

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN NAVE  
INDUSTRIAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13



# ÍNDICE

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	6
1.2. EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.....	6
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	7
1.4. DATOS DE PARTIDA.....	8
1.5. NORMATIVA.....	8

## 2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN.....	9
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.....	9
2.2.1. Por el grado de concentración.....	10
2.2.2. Por el modo de obtención de calor.....	10
2.2.3. Por el fluido portador de calor.....	12
2.2.4. Por la red de distribución.....	14
2.2.5. Por los tipos de aparatos calefactores.....	16
2.3. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	18
2.4. CONDICIONES DE DISEÑO.....	19
2.4.1. Condiciones interiores.....	19
2.4.2. Condiciones exteriores.....	20
2.5. PROPIEDADES TÉRMICAS DEL EDIFICIO.....	21
2.5.1. Tipos de cerramientos que componen el edificio.....	21
2.5.2. Condensaciones de los cerramientos.....	23
2.5.3. Fichas justificativas.....	24



2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN.....	30
2.6.1. Pérdidas por transmisión.....	30
2.6.2. Pérdidas por infiltración o renovación.....	32
2.6.3. Pérdidas por suplementos.....	34
2.7. RADIADORES.....	34
2.7.1. Selección de los radiadores.....	35
2.7.2. Colocación y ubicación.....	36
2.7.3. Accesorios.....	36
2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN.....	36
2.8.1. Aspectos generales.....	37
2.8.2. Materiales.....	39
2.8.3. Dimensionado.....	39
2.9. CALDERA.....	42
2.9.1. Chimenea.....	42
<b>3. INSTALACIÓN DEL ACS</b>	
3.1.- INTRODUCCIÓN.....	43
3.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	43
3.2.1. Por el numero de unidades de consumo atendidas .....	43
3.2.2. Por el sistema empleado en la preparación de ACS.....	43
3.2.3. Por el origen de la energía empleada .....	44
3.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA .....	44
3.3.1. Descripción de la instalación :.....	44
3.4.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE ACS.....	45
3.5.- DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN.....	46
3.5.1. acumulador: .....	46



3.6.- BOMBAS DE IMPULSIÓN.....	46
3.7.- VASOS DE EXPANSIÓN.....	47
 <b>4. CIRCUITO DE INSTALACIÓN DE A.C.S. CON APORTE SOLAR</b>	
4.1. TIPO DE CIRCUITO.....	48
4.2. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN.....	48
4.3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TUBERÍAS.....	50
4.4. RED DE RETORNO.....	51
 <b>5. INSTALACIÓN SOLAR</b>	
5.1.- INTRODUCCIÓN.....	52
5.2.-FACTORES INFLUYENTES EN LA RADIACIÓN SOLAR .....	52
5.2.1. Posición de la tierra respecto al sol: .....	52
5.2.2. El clima: .....	54
5.2.3. La atmósfera:.....	54
5.3.- RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIE PLANA .....	55
5.4.- SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR : EL COLECTOR.....	55
5.4.1. Clasificación: .....	56
5.4.2. Modelo elegido:.....	56
5.4.3. Componentes principales del colector: .....	57
5.4.4. Funcionamiento: .....	59
5.5.- INSTALACIONES BÁSICAS.....	60
5.5.1. Principio de circulación.....	60
5.5.2. Por el sistema de transferencia de calor: .....	61
5.5.3. Por el sistema de expansión.....	62
5.5.4. Por la aplicación:.....	62





5.6.- SOLUCION ADOPTADA .....	62
5.7.- ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR.....	63
5.7.1. Datos de partida.....	67
5.7.2. Método empleado.....	67
5.8.- INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES.....	64
5.8.1. Orientación de los colectores .....	64
5.8.2. Inclinação.....	64
5.8.3. Pérdidas.....	65
5.8.4 Conexión:.....	65
5.8.5. Soporte:.....	65
 <b>6. LEGIONELLA.....</b>	<b>66</b>
6.1. DESINFECCIÓN QUÍMICA.....	67
6.2. DESINFECCIÓN TÉRMICA.....	67
 <b>7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA BIENESTAR E HIGIENE</b>	
7.1. CALIDAD TÉRMICA AMBIENTE.....	68
7.2. EXIGENCIA DE HIGIENE.....	69
 <b>8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD .....</b>	<b>70</b>



## 1.INTRODUCCIÓN

### 1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de proporcionar las instalaciones de climatización y ACS a las oficinas y vestuarios de una nave industrial, las cuales tendrán que ser diseñadas previamente, según las exigencias de la empresa contratante.

El objetivo del proyecto es dimensionar los elementos y definir las características técnicas y económicas para poder realizar su instalación.

Se prevé una red de tuberías de distribución, que suministran agua fría y caliente a los diferentes receptores y dependencias pertinentes.

Se prevé dar suministro a:

Agua a temperatura ambiental para el aseo de personal, lavado de las instalaciones etc.

Agua caliente sanitaria para el aseo de personal, lavado de las instalaciones etc.

Agua caliente para la calefacción.

Agua potable ambiente.

### 1.2 EMPLAZAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL SOLAR

La nave está situada junto a la avenida del Este en el polígono de la ciudad del transporte, en Imárcoain (Valle de Elorz). Para ver la ubicación exacta véase el plano número 1 del documento PLANOS.

Es un solar aislado rodeado por distintas calles y accesos del polígono. Tiene una superficie en planta de 30.000 m<sup>2</sup>.

La nave ya cuenta con los servicios de energía eléctrica y abastecimiento de gas, por lo que no serán objeto del proyecto.



### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Se trata de una nave industrial de 7.295 m<sup>2</sup> de superficie en planta. La nave consta de una primera planta en dos zonas distintas, en una de ellas estarán situados los vestuarios y un comedor mientras que en la otra se instalarán las oficinas. La primera de ellas tiene 223.5 m<sup>2</sup> y la segunda 1053 m<sup>2</sup> de los cuales se emplearán 489m<sup>2</sup> para las oficinas.

En la entreplanta de los vestuarios estará situada la sala de calderas y en la de las oficinas se instalarán unos aseos.

La distribución de las plantas de las oficinas, según exigencias del contratante, y las superficies de cada estancia son las siguientes:

#### AREA VESTUARIOS

- Pasillo vestuarios	40m <sup>2</sup>
- Vestuarios hombres	64,5m <sup>2</sup>
- Vestuarios mujeres	43m <sup>2</sup>
- Comedor	52m <sup>2</sup>
- Sala multiusos	19m <sup>2</sup>

#### ENTREPLANTA VESTUARIOS

- Sala de calderas	12m <sup>2</sup>
--------------------	------------------

#### AREA OFICINAS

- Pasillo oficinas 1	36,15m <sup>2</sup>
- Despacho jefe	22,4m <sup>2</sup>
- Almacén	31 m <sup>2</sup>
- Sala de juntas	29 m <sup>2</sup>
- Recepción / sala de espera	33,5 m <sup>2</sup>
- Oficina grande (x4)	22,4 m <sup>2</sup>
- Oficina estándar (x6)	22,4 m <sup>2</sup>
- Sala de reuniones	42,5 m <sup>2</sup>
- Area de descanso	18,5 m <sup>2</sup>
- Escalera oficinas	40 m <sup>2</sup>

#### ENTREPLANTA OFICINAS

- Aseos mujeres	40m <sup>2</sup>
- Aseos hombres	40m <sup>2</sup>
- Almacén material	40m <sup>2</sup>

La altura de la planta sera de 2,7 metros .



## **1.4 DATOS DE PARTIDA**

Es necesaria la composición de los diversos cerramientos que conforman el edificio. Éstos, junto con los planos de la nave industrial forman parte de los datos de partida del presente proyecto.

Antes de ponerse a trabajar con los diferentes tipos de cerramientos que componen el edificio, hay que determinar y especificar la zona climática y las condiciones climatológicas de donde se ubica el edificio, en función de la cual el CTE nos limitará más o menos la calidad de dichos cerramientos.

## **1.5 NORMATIVA**

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE).

DB HS: Salubridad

HS 4 Suministro de agua

HS 5 Evacuación de aguas

DB HE: Ahorro de energía

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 4 Contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).

(R.D 1029/2007 de 20 de Julio).

- Normas UNE correspondientes

Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.



## 2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Se llama calefacción al proceso que controla la temperatura mínima de un local. Por tanto, el objetivo final de una instalación de calefacción es lograr que la temperatura dentro de un local no descienda nunca por debajo de un valor previamente fijado.

Una instalación de calefacción depende fundamentalmente de 2 factores:

- las características del local (tamaño, uso, materiales constructivos, ...)
- la climatología del lugar donde se encuentre.

Las instalaciones de calefacción suelen estar integradas por 3 subsistemas:

PRODUCCIÓN

DISTRIBUCIÓN

EMISIÓN DE CALOR

La energía exterior aportada que se invierte en producción de calor es transferida, en parte, al subsistema de distribución, pero por otra parte se pierde hacia el exterior. A su vez, de la energía transferida al subsistema de distribución, una parte se transferirá al exterior y el resto llegará al subsistema de emisión, donde los emisores se encargan de calentar el local.

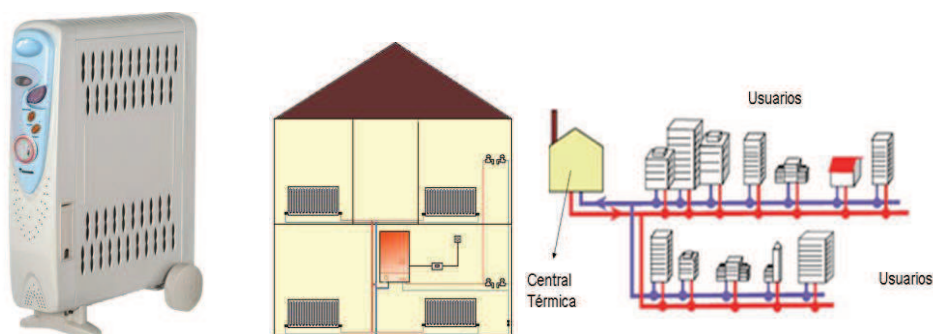
### 2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

A continuación se enumeran las distintas clasificaciones de los sistemas de calefacción siguiendo distintos criterios:

- Por el grado de concentración: unitarias, individuales y colectivas o centralizadas.
- Según el modo de obtención de calor: bomba de calor, calefacción eléctrica, calefacción por energía solar y calefacción convencional.
- En función del fluido portador de calor: aire, agua, vapor y fluidos térmicos.
- En función de la red de conexión de los aparatos calefactores: monotubo, bitubo, retorno directo, retorno invertido, distribución superior y distribución inferior.
- Por el tipo de aparato calefactor: radiadores, convectores, fan-coil y aerotermos.

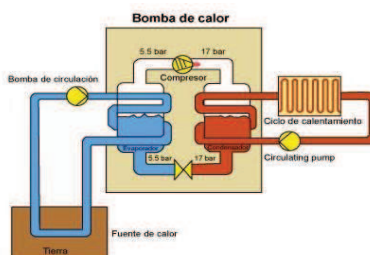
## 2.2.1 POR EL GRADO DE CONCENTRACIÓN

- UNITARIA: cuando el calor se produce y emite desde un aparato que calienta total o parcialmente un único local.
- INDIVIDUAL: aquella instalación destinada a calefactor varios locales distintos, a través de varios aparatos calefactores que son propiedad de un único usuario.
- COLECTIVA: aquella instalación que suministra calefacción a un número más o menos grande de locales distintos de diferentes usuarios.

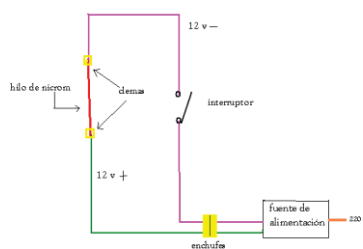


## 2.2.2. POR EL MODO DE OBTENCIÓN DE CALOR

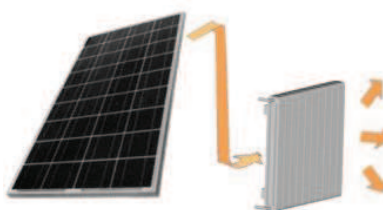
- BOMBA DE CALOR: consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico, generalmente aire del ambiente exterior o un circuito de baja temperatura, para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos hasta niveles que permitan su utilización en instalaciones térmicas.



- CALEFACCIÓN ELÉCTRICA: corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor.



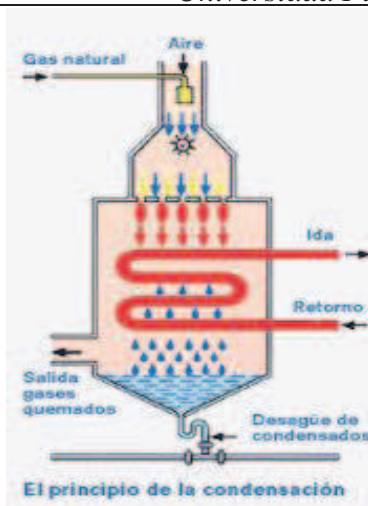
-CALEFACCIÓN POR ENERGÍA SOLAR: en estos sistemas la fuente de energía térmica es la radiación procedente del sol, que llega a la superficie terrestre, en la que mediante superficies captadoras (colectores) de dicha energía, se transforma en energía térmica cedida a un fluido caloportador, que o bien a través de un sistema acumulador o bien directamente, la transportan hasta los locales a calefactor.



- CALEFACCIÓN CONVENCIONAL: aquellos sistemas que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico. Éstos se pueden encontrar en tres estados físicos distintos: sólidos, líquidos y gaseosos; de ahí que encontremos esta distinción:

- Instalaciones de calefacción por gas: gas ciudad, gas natural o G.L.P.
- Instalaciones de calefacción de combustibles líquidos: gasóleo o fuelóleo.
- Instalaciones de calefacción de combustibles sólidos: carbón, leña o madera.

En este sistema, un combustible determinado se introduce en un generador de calor, junto con el comburente preciso para realizar su oxidación, desprendiendo una cierta cantidad de calor que es transferida a un fluido caloportador para su posterior utilización.



### 2.2.3. POR EL FLUIDO PORTADOR DE CALOR

#### - AIRE

Las ventajas que presenta este sistema son:

- Facilidad con la que se puede convertir en un sistema de refrigeración e incluso en uno de aire acondicionado.
- Es un sistema de muy baja inercia térmica por lo que se puede conseguir un rápido calentamiento del aire de los locales.
- Bajo costo de la instalación.
- Ausencia de aparatos calefactores terminales.

Los inconvenientes son los siguientes:

- Es necesario el movimiento de grandes masas de aire ya que el aire tiene un calor específico muy pequeño; además no se puede suministrar aire a excesiva temperatura. Por tanto, los conductos han de ser voluminosos para llevar el caudal necesario sin ruidos.
- Al tener un gran tamaño, no es fácil alojarlos.
- Complejidad en el cálculo de la instalación dando lugar a falta de uniformidad en la temperatura ambiente

#### - AGUA

El agua es elemento abundante y fácil de conseguir. Tiene un calor específico elevado por lo que moviendo cantidades relativamente pequeñas podemos trasladar y transferir gran cantidad de calor. Uno de los inconvenientes del agua es que puede dar lugar a problemas de corrosión en las partes metálicas de la instalación, pero su agresividad está determinada por el contenido de oxígeno disuelto por ella.





Las instalaciones de calefacción por agua caliente se pueden dividir en dos grupos:

Instalaciones abiertas:

El agua del circuito está en contacto con la atmósfera a través de un depósito de expansión, obteniendo temperaturas máximas de 90 ó 95 °C. Éste tipo de instalación se emplea cuando se quieren obtener bajas o medias temperaturas.

Instalaciones cerradas:

Aquellas en las que no existe contacto aire-agua, al ir dotadas de vasos de expansión cerrados permitiendo temperaturas de utilización de más de 100 °C. Son adecuadas para bajas, medias y altas temperaturas. Cuando el agua está a más de 100 °C se denomina agua sobrecalentada.

Según el movimiento del agua pueden clasificarse en:

Por gravedad:

Esta forma produce grandes pérdidas de carga, los diámetros de las tuberías son excesivamente grandes por lo que resulta negativo desde el punto de vista económico.

Por convección forzada:

Este sistema permite mediante una bomba aumentar la presión disponible produciendo una disminución de las secciones de las tuberías, por lo que de esta manera se compensa el aumento del costo en bombas de circulación. De esta forma se consigue que la circulación por toda la red de distribución sea más homogénea.

### **-VAPOR**

Los sistemas de calefacción cuyo fluido caloportador sea vapor de agua, normalmente a baja temperatura, tienen su funcionamiento similar al de las instalaciones anteriores salvo en que los aparatos calefactores, ya que el vapor de agua al ceder su calor latente de cambio de estado condensa, retomando en estado líquido a la caldera.

Entre sus ventajas destaca que tienen inercia térmica menor que la del sistema por agua y es más favorable que éste cuando se necesitan rápidas puestas en funcionamiento. Normalmente es utilizado a baja presión y temperatura superiores a 120 °C; en estas condiciones tiene la ventaja sobre el agua de que los emisores suelen ser más pequeños.

También tiene inconvenientes como la posibilidad de quemaduras al tener contacto con los emisores por las altas temperaturas.

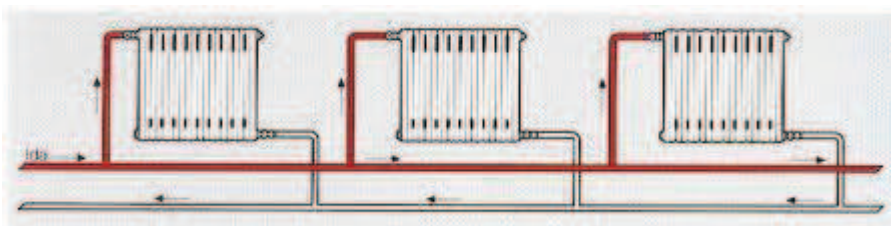
## 2.2.4. POR LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### - BITUBO

Es el sistema más común. El fluido caloportador que sale de la caldera discurre a través de un conjunto de tuberías, denominado circuito de ida, a temperatura constante. Este circuito de ida reparte el caudal necesario a cada uno de los aparatos calefactores. Desde la salida de los equipos calefactores y hasta la caldera, existe otro conjunto de tuberías, circuito de retorno (paralelo al anterior) que puede ser directo o invertido.

Entre las ventajas que presenta el sistema bitubular está la mayor facilidad de cálculo y equilibrado hidráulico de la instalación, debido sobre todo a que a todos los emisores les llega el agua a igual temperatura y en ellos se enfría por igual.

Aunque también precisa un mayor desarrollo de tubería y cambios frecuentes en las secciones de las mismas y por tanto un aumento del coste de la instalación.



### - MONOTUBO

Aquí se utiliza un solo tubo que actúa tanto de circuito de ida como de circuito de retorno, estando los emisores en serie y alimentando cada uno al siguiente.

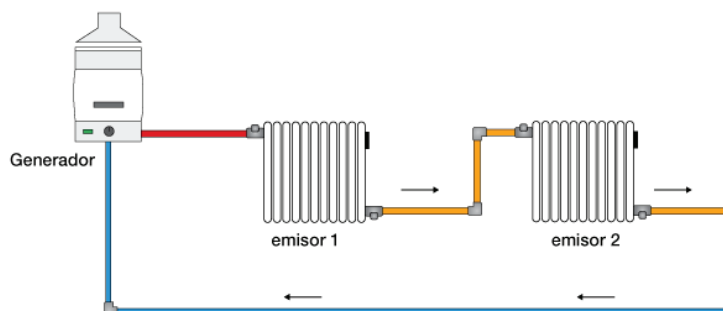
Este sistema necesita válvulas especiales que deben regular el paso de agua hacia el emisor, haciendo que una parte variable pase a éste y desviando el resto del caudal hacia el emisor siguiente.

Respecto al bitubo, se encuentran las siguientes ventajas:

- Más sencillo y más económico (mano de obra, secciones de las tuberías)

Y entre los inconvenientes:

- A los últimos radiadores les llega el agua a menor temperatura que a los primeros, por lo que el cálculo de la superficie radiante de cada radiador es más complicado.
- También el cálculo de las pérdidas de carga se hace más difícil.

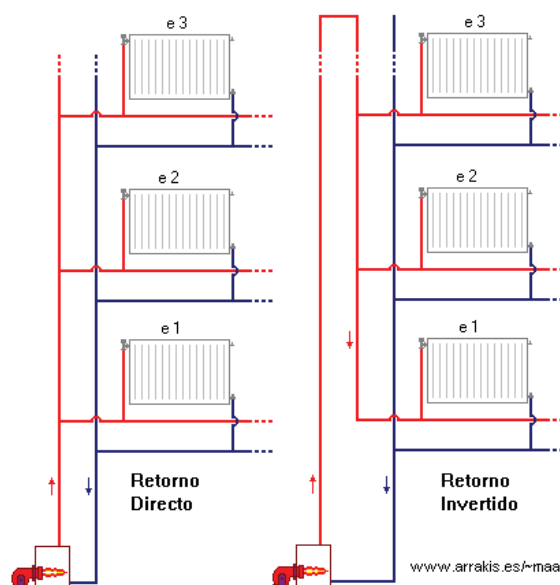


### - RETORNO DIRECTO

En este tipo de instalación las longitudes de tubería de ida y retorno, a cada emisor, son prácticamente iguales, siendo en cambio los recorridos de tubería de un emisor a otro muy distintos, con lo que para un mismo diámetro, las pérdidas de presión serán tanto mayores cuanto más alejado de la caldera se encuentre el emisor, por lo que el primero (respecto de la situación de la caldera) recibirá mayor cantidad de agua y a mayor temperatura que el siguiente y así sucesivamente, dando como resultado una desigualdad importante.

### - RETORNO INVERTIDO

En este caso se consigue que el recorrido del agua para cada uno de los aparatos calefactores sea aproximadamente el mismo, ya que se compensan los recorridos del circuito de ida con los de retorno, de forma que las pérdidas de carga se igualan, con lo que los cuerpos emisores reciben caudales semejantes y se igualan las aportaciones caloríficas, siempre que se mantenga constante el diámetro de la tubería.



### 2.2.5. POR LOS TIPOS DE APARATOS CALEFACTORES

Estos aparatos (también llamados emisores) están destinados a proporcionar el calor necesario para mantener la temperatura deseada.

#### - RADIADOR

Es la superficie de calefacción más utilizada. Emite un 20% de su calor por radiación y el resto por convección. Están formados por un número de elementos y los materiales utilizados son el acero, el hierro fundido y el aluminio.

**Radiadores de hierro fundido.** Son los de toda la vida. Estos radiadores son de gran inercia térmica, esto es; tardan más tiempo en calentarse y también más tiempo en enfriarse. Es necesario colocar en el circuito un elemento que impida la congelación del circuito y los radiadores cuando no se usan ya que estos pueden reventar.

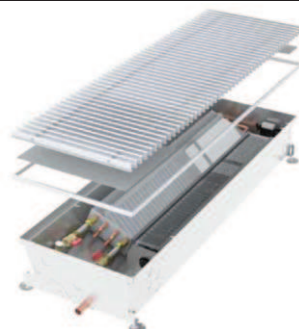
**Radiadores de aluminio.** La gran ventaja de este tipo de radiadores radica en que su calentamiento es muy rápido, además de que son más duraderos. Actualmente, además, el aluminio se trabaja de formas mucho más sofisticadas que las de antaño, dando lugar a diseños muy originales.

**Radiadores de acero.** Son la evolución inmediata de los de hierro. Aunque en un principio tenían el inconveniente de ser menos duraderos, en la actualidad este aspecto se ha trabajado y mejorado mucho. Su gran ventaja es que se trata de aparatos bastante baratos.



#### - CONVECTOR

Cede todo el calor por convección al aire, que se hace circular a través de sus superficies calientes y le dan forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar de manera forzosa por un foco de calor ya sea de manera natural o forzada.



### - FAN-COIL

Es un serpentín formando un radiador por cuyo interior circula el agua de calefacción y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a través del citado radiador robándole su calor.



Se suele emplear en instalaciones de climatización, llevando en estos casos también otra batería de agua fría para enfriar el aire en verano.

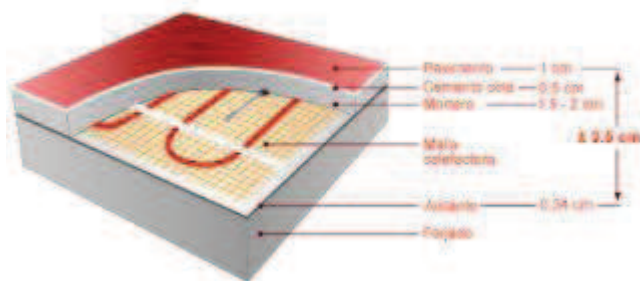
### -SUELO RADIANTE

Se trata de introducir calor en el suelo y deja que la radiación caliente las estancias. La versión moderna es instalar en el solado tubos de polietileno reticulado. Los tubos se colocan de 3 a 5 cms., por debajo de la superficie, con una separación de 10 a 30 cms., entre ellos.

Haciendo circular por los tubos agua entre 35 y 45 °C, el suelo se mantiene entre 20 y 28°C y el ambiente entre 18 y 22°C. el grado de confort que se consigue con este tipo de calor es ideal. Pensándolo bien, calentamos el agua a 40°C para mantener la casa a 20 °C.

El calor aportado por el suelo radiante es uniforme en toda la vivienda. Una importante condición para el confort humano es que, entre el punto más caliente y más frío de la casa, no haya

una diferencia de temperatura superior a 5 °C. el calor viene del suelo (muy importante en casas con niños pequeños) y llega hasta una altura de 2 a 3 m., justo donde se necesita. Esto nos da un confort a 18 °C, temperatura ambiente, idéntico a 20 °C con sistema convencional. Cada grado de diferencia en la temperatura de la casa significa un ahorro del 6 al 8% en gasto de calefacción.



### 2.3 SOLUCIÓN ADOPTADA

El agua de red será procedente de la red de acometida de agua potable que se dispone en el polígono, competencia de la mancomunidad de aguas. Esta agua entrará a la finca desde la acometida de la compañía enterrada, pasará por un contador y se repartirá hacia los diferentes puntos de consumo.

La solución elegida es de tipo individual, ya que está destinada a calefactar todos los habitáculos de las oficinas de la empresa, por lo que habrá una caldera para calefactar dichos habitáculos.

En cuanto al modo de obtención de calor, antes de comenzar los cálculos, se hizo un estudio para ver si era rentable la calefacción por energía solar (además de energía auxiliar), ya que es una apuesta ecológica y también económica una vez amortizada la instalación, se buscó información y se llegó a la conclusión de que no era viable con un sistema de calefacción convencional, ya que es una forma de energía que no es suficiente para compensar las cargas térmicas de los locales, debido a que cuando más se necesita la calefacción (en invierno) menos energía obtenemos del sol por lo que no es conveniente. También quedó descartada la calefacción eléctrica porque a pesar de las numerosas ventajas que posee, como no requerir depósitos para combustible, chimenea,... tiene el gran inconveniente de su elevado coste. Por tanto, como fuente de obtención de calor se ha adoptado por una instalación de calefacción convencional, ya que la relación existente entre el coste de la instalación, precio de combustible y potencia calorífica necesaria, es la más adecuada para las necesidades de la empresa. Más concretamente se adoptará un sistema de calefacción convencional con gas natural.

En cuanto al fluido portador de calor, se descarta el aire porque se deben utilizar conductos voluminosos y por la complejidad en el cálculo de la instalación. También se descarta el vapor debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los emisores con el consiguiente peligro por quemaduras. Se elige por tanto el agua que presenta menos problemas y resulta al fin y al cabo más económica y sencilla de mantener a posteriori.

La red de distribución será bitubo y con retorno invertido. Las tuberías irán bajo el suelo de la entreplanta transpasando el mismo cuando se precise. La tubería de calefacción que va a la zona de oficinas lo hará a la altura de la entreplanta junto a la pared de la nave. El material empleado para la distribución del fluido será Polibutileno.

Por último, se emplearán radiadores como emisores de calor por ser los que mejor se adaptan a las oficinas y por existir una mayor experiencia y por tanto mayor información. En concreto se ha decidido emplear radiadores de aluminio por su mayor eficiencia energética pese a tener un coste más elevado.

Es decir, la solución adoptada es una instalación individual con calefacción convencional que utiliza como fluido caloportador el agua; la red de distribución será bitubular, de retorno invertido y con radiadores como emisores.

## **2.4 CONDICIONES DE DISEÑO**

El punto de partida a la hora de la realización de un proyecto de instalación de calefacción es fijar las condiciones de diseño, tanto interiores como las exteriores del lugar donde se va a realizar la instalación.

### **2.4.1. CONDICIONES INTERIORES**

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación,...

Teniendo en cuenta que el control de todos esos factores, solamente se conseguirá con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción sólo se considerará la temperatura interior, la velocidad media del aire y la humedad relativa interior.

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23 .. 25	45 .. 60
Invierno	21 ... 23	40 .. 50

Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en el CTE. Se ha adoptado, pues, una temperatura del aire interior de 21°C en todos los espacios de las oficinas. En el resto de la nave se considerará una temperatura de 17° de cara a cálculo de pérdidas térmicas de las oficinas, se tomará la mínima establecida para los puestos de trabajo según el Real Decreto 486/1997 (BOE 23-4-97), sin embargo el presente proyecto no abarcará ningún sistema de climatización para la misma ya que no es objeto del mismo.

#### 2.4.2. CONDICIONES EXTERIORES

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante el flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende de las condiciones exteriores en cada momento del día y del año.

Con objeto de determinar el tamaño de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado la temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura media del mes de enero. Para nuestro proyecto los valores se obtienen de las tablas de referencia cuyos valores son:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T med	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
HR med	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

Temperatura exterior: 4,5°C

Humedad exterior: 80%





## 2.5 PROPIEDADES TÉRMICAS DE LA NAVE

Ya establecidas las condiciones interiores y exteriores, se evalúan las características térmicas de los diferentes cerramientos que componen la nave, con el fin de estimar la cantidad de calor que se intercambia con el exterior y por tanto la cantidad de energía térmica necesaria para mantener unas condiciones de bienestar en el interior de los locales.

### 2.5.1 TIPOS DE CERRAMIENTOS QUE COMPONEN EL EDIFICIO

Se definen los cerramientos como los cuerpos físicos que se utilizan para reducir el flujo de energía en forma de calor de un foco caliente a otro frío debido a la diferencia de temperaturas existente entre uno y otro. Se trata de los cerramientos que separan las viviendas o locales calefactados de los no calefactados o bien del exterior.

Según el CTE-HE1, Limitación de la demanda energética, se desarrollan los datos necesarios para calcular los valores de transmitancia térmica (U), de cada cerramiento.

Se muestran a continuación los principales elementos constructivos que componen el edificio, y su transmitancia térmica (U), obtenidos bien por el proveedor, o bien mediante programas que permiten hacer simulaciones. En el documento cálculos del presente proyecto se justifica el modo de obtención de estos valores.

#### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS:

##### CERRAMIENTOS

-Fachada exterior:

Hormigón armado  $d > 2500$

Cámara de aire

XPS Expandido con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (0.034 W/mK)

Aluminio

MW lana mineral (0.035 W/mK)

Auminio

Placa de yeso laminado [PYL]  $750 < d < 900$



-Fachada interior:

Placa de yeso laminado [PYL]  $750 < d < 900$

MW lana mineral (0.035 W/mK)

Bloque de hormigón convencional

## SUELO

-Forjado entre plantas:

Frondosa de peso medio  $565 < d < 750$

Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400

FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm

Cámara de aire sin ventilar

Placa de yeso o escayola  $750 < d < 900$

## PARTICIONES VERTICALES

-Tabiquería interior:

Placa de yeso laminado [PYL]  $750 < d < 900$

MW lana mineral (0.035 W/mK)

Placa de yeso laminado [PYL]  $750 < d < 900$

## CUBIERTA

-Cubierta transitable oficinas:

Plaqueta o baldosa cerámica

Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido  $1250 < d < 1450$

XPS Expandido con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (0.034 W/mK)

Betún fieltro o lámina

Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400

Forjado unidireccional (Elemento resistente)

Cámara de aire sin ventilar

Placa de yeso o escayola  $750 < d < 900$

## HUECOS

-Ventanas:

Alucan AL29, con acristalamiento doble con cámara de 12 mm (4/12/6)

-Puertas:

Puerta MZ Thermo TPS 011, marca Hormann.



## **2.5.2 CONDENSACIONES DE LOS CERRAMIENTOS**

El aire atmosférico contiene cierta cantidad de vapor de agua que varía de una manera cíclica con los cambios estacionales. A una temperatura dada el aire no puede contener en estado vapor más que una cantidad de agua inferior a un nivel máximo denominado de saturación. Cuando el contenido de vapor de agua es menor, el aire no está saturado y se caracteriza por su humedad relativa o relación entre el peso o presión de vapor de agua existente y el vapor de agua saturante.

La presión de saturación será más elevada a medida que la temperatura de aire sea más alta. Una masa de aire inicialmente no saturada llevada a una temperatura más baja puede alcanzar el nivel de saturación sin necesidad de ver modificada su presión de vapor de agua. A partir de ese punto parte del vapor de agua se condensará en estado líquido. La temperatura a partir de la cual se produce esta condensación se denomina punto de rocío (del ambiente considerado).

Así pues, se producirá siempre el fenómeno de la condensación cuando el aire descienda hasta un nivel igual o inferior a su punto de rocío, o cuando el vapor contenido en el aire se encuentre en contacto con un cerramiento u objeto cuya temperatura sea inferior al punto de rocío.

Debido a la diferencia de temperaturas de aire a ambos lados de los cerramientos se produce un movimiento o flujo de calor desde el lado más caliente al más frío. La magnitud de este intercambio depende directamente de la resistencia térmica que ofrezca dicho cerramiento. Ya que es un aspecto muy importante de Documento Básico Ahorro de Energía (DB-HE), del CTE, en el documento CÁLCULOS se puede ver todo perfectamente detallado, paso a paso y se comprueba que los cerramientos que componen el edificio cumplen con lo dispuesto en el CTE.



### 2.5.3. FICHAS JUSTIFICATIVAS

#### FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

**ZONA CLIMÁTICA** D1

MUROS ZONA VESTUARIOS ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A · U (W/°K)	Resultados
Z	Fachada exterior	90,2	0,312	28,1112	$\Sigma A =$ 90,1
				0	$\Sigma A \cdot U =$ 28,11
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,31
O	Pared interior	19,17	0,64	12,2688	$\Sigma A =$ 19,17
				0	$\Sigma A \cdot U =$ 12,26
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,64
S F	Pared interior	19,17	0,64	12,268	$\Sigma A =$ 19,17
				0	$\Sigma A \cdot U =$ 12,27
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,64
S C	Pared interior	91,9	0,64	58,81	$\Sigma A =$ 91,9
				0	$\Sigma A \cdot U =$ 58,82
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,64



MUROS ZONA OFICINAS ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
N	Fachada exterior	5,2	0,312	1,6224	$\Sigma A =$	5,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	1,62
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
O	Pared interior	190,8	0,64	122,112	$\Sigma A =$	190,8
				0	$\Sigma A \cdot U =$	122,11
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,64
SE	Fachada exterior	169,2	0,312	52,79	$\Sigma A =$	169,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	52,79
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
SO	Fachada exterior	5,2	0,312	1,6224	$\Sigma A =$	5,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	1,6224
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31

SUELOS ( $U_{Sm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
Suelo entreplanta		489	0,47	229,83	$\Sigma A =$	489
					$\Sigma A \cdot U =$	229,83
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,47

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS ( $U_{Cm}$ y $F_{Lm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados	
cubierta transitable oficinas		489	0,349	170,661	$\Sigma A =$	489
					$\Sigma A \cdot U =$	170,66
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,35



% de huecos VESTUARIOS	2,4
---------------------------	-----

HUECOS ( $U_{Hm}$ y $F_{Hm}$ )									
Tipos			A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)		A · U (W/°K)		Resultados	
Z	ventanas		3,6	3		10,8		$\Sigma A =$	3,6
								$\Sigma A \cdot U =$	10,8
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	1,7
O	Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	$\Sigma A =$	
								$\Sigma A \cdot U =$	
								$\Sigma A \cdot F =$	
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SE								$\Sigma A =$	
								$\Sigma A \cdot U =$	
								$\Sigma A \cdot F =$	
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	
SO	ventanas		1,8	3	0,35	5,4	0,63	$\Sigma A =$	1,8
								$\Sigma A \cdot U =$	5,4
								$\Sigma A \cdot F =$	0,63
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35



	<b>% de huecos OFICINAS</b>	8,5
--	---------------------------------	-----

		<b>HUECOS (<math>U_{Hm}</math> y <math>F_{Hm}</math>)</b>							
		<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup> °K)</b>		<b>A · U (W/°K)</b>		<b>Resultados</b>	
N		ventanas	1,8	3		5,4		$\Sigma A =$	1,8
								$\Sigma A \cdot U =$	5,4
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
O		<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U</b>	<b>F</b>	<b>A · U</b>	<b>A · F (m<sup>2</sup>)</b>	$\Sigma A =$	5,7
		puerta	2,1	1,2		2,52		$\Sigma A \cdot U =$	13,32
		ventanas	3,6	3	0,35	10,8	1,26	$\Sigma A \cdot F =$	1,26
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,34
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35
SE		ventanas	25,2		0,35	75,6	8,82	$\Sigma A =$	25,2
								$\Sigma A \cdot U =$	75,6
								$\Sigma A \cdot F =$	8,82
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35
SO		puertas	1,8		0,35	5,4		$\Sigma A =$	1,8
								$\Sigma A \cdot U =$	5,4
								$\Sigma A \cdot F =$	0,63
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35



## FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	D1
----------------	----

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{maxproy}}^{(1)}$	$U_{\text{max}}^{(2)}$
Muros de fachada	0,312	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,64	
Suelos	0,47	0,64
Cubiertas	0,349	0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	1,7	3,5
Marcos de huecos y lucernarios		
Medianerías		1

Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>	0,59	1,2 W/m <sup>2</sup> K
--	------	------------------------

MUROS DE FACHADA VESTUARIOS/OFICINAS		
	$U_{\text{Mm}}^{(4)}$	$U_{\text{Mlim}}^{(5)}$
N	0,31/0,31	0,66
E	0/0	
O	0,64/0,64	
S	0/0	
SE	0,64/0,31	
SO	0,64/0,31	

SUELOS
$U_{\text{Sm}}^{(4)} \leq U_{\text{Slim}}^{(5)}$
0,47 ≤ 0,49

CUBIERTAS
$U_{\text{Cm}}^{(4)} \leq U_{\text{Clim}}^{(5)}$
0,35 ≤ 0,38



HUECOS Y LUCERNARIOS OFICINAS			
		$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
N	3	$\leq$	3,5
E	0,00	} $\leq$	3,5
O	2,34		
S	0,00	$<$	3,5
SE	3	} $\leq$	3,5
SO	3		



## 2.6. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

Para mantener constante la temperatura interior de un local calefactado, hay que suministrar en cada instante una potencia calorífica que equilibre las pérdidas de calor que experimenta el local. Estas pérdidas pueden ser:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por infiltración o renovación
- Pérdidas por suplementos

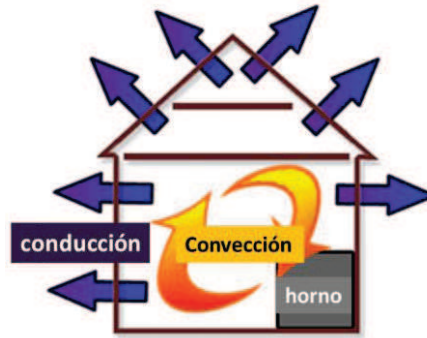
### 2.6.1. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión a través de los cerramientos es el factor principal en la determinación de la demanda calorífica de un local.

Las pérdidas por transmisión se producen debido a la existencia de una diferencia de temperaturas entre el interior del local y el ambiente exterior que le rodea o bien entre un local calefactado y otro no calefactado; éstas temperaturas se mantienen constantes e iguales a los valores de diseño ya comentados. Se crea, por tanto, un flujo de calor en la dirección de la zona de mayor temperatura a la zona con menor temperatura, ya que se tiende al equilibrio térmico. Son las producidas por el escape por convección y conducción de la zona interior a la exterior, atravesando el medio que las separa (techo, suelo, pared, puerta, ventana,...)

Conducción: es debido a la vibración de las moléculas, aumentando su energía interna. La transmisión de calor se hace a través de la materia pero sin flujo de materia, es decir, las partículas de la zona más caliente comunican con su agitación térmica a las de la zona más fría al chocar con ella y aquella se propaga hacia las regiones de temperatura más baja. Se observa preferentemente en sólidos.

Convección: es debido a un movimiento de la materia basado en una diferencia de densidades. Las moléculas calientes se mueven hacia un foco frío. Es la transmisión de calor de un punto a otro, mediante un fluido (aire) en circulación



Dependen de la calidad del cerramiento (dada por la conductividad), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperaturas o salto térmico entre ambas partes y se relacionan de la siguiente manera:

$$Q_T = f \sum [U \cdot S \cdot (t_i - t_e)]$$

Donde:

$Q_T$  = Pérdidas de calor por transmisión, en  $kW$ .

$U$  = Coeficiente de transmisión térmica (en  $W/m^2 K$ ) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.

$S$  = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos ( $m^2$ ).

$t_i$  = Temperatura interior del local, en  $^{\circ}C$ .

$t_e$  = Temperatura exterior, en  $^{\circ}C$ .

$f$  = Factor  $f$  de corrección de temperaturas según la norma UNE-EN 12831



**Tabla D.11**  
**Factor de corrección de la temperatura,  $f_k$ , por el método de cálculo simplificado**

Pérdida térmica:	$f_k$	Observaciones
directamente al exterior	1,00	si los puentes térmicos están aislados
	1,40	si los puentes térmicos no están aislados
	1,00	para ventanas, puertas
hacia un espacio no calentado	0,80	si los puentes térmicos están aislados
	1,12	si los puentes térmicos no están aislados
hacia el terreno	0,3	si los puentes térmicos están aislados
	0,42	si los puentes térmicos no están aislados
hacia el espacio del tejado	0,90	si los puentes térmicos están aislados
	1,26	si los puentes térmicos no están aislados
suelo suspendido	0,90	si los puentes térmicos están aislados
	1,26	si los puentes térmicos no están aislados
hacia un edificio adyacente	0,50	si los puentes térmicos están aislados
	0,70	si los puentes térmicos no están aislados
hacia un edificio colectivo adyacente	0,30	si los puentes térmicos están aislados
	0,42	si los puentes térmicos no están aislados

En el documento CÁLCULOS se especifican las características de cada uno de los espacios a estudiar.

### 2.6.2. PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que éste alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas y pueden ser continuas e involuntarias o bien voluntarias. Esta renovación es indispensable para mantenerlos a unos niveles de humedad y pureza adecuados. Una renovación se considera la sustitución de todo el volumen de aire del cerramiento.



Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

$Q_R$  = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en  $kW$ .

$V$  = Volumen del habitáculo, en  $m^3$ . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

$C_e$  = Calor específico del aire,  $0,24 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg}^\circ C$

$p_e$  = Peso específico de aire seco,  $1,24 \frac{Kg}{m^3}$ .

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en  $^\circ C$ .

$n$  = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación. Estos valores son tomados de la norma UNE-EN 12831:2003 que regula los sistemas de calefacción en edificios:

<b><i>Tipo habitáculo</i></b>	<b><i>Renovaciones/hora</i></b>
Despacho grande	0,5
Despacho Estándar	1,5
Vestuarios	1,5
Aseos	1,5
Salas	0.5
Pasillo	1,5
Sala de reuniones	2



### 2.6.3. PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS

Las pérdidas por suplementos se pueden dividir en:

#### - Pérdidas por orientación

Estas pérdidas son debidas a la exposición que tienen los cerramientos a la radiación solar y los vientos. Este suplemento se aplica sobre las paredes en contacto con el exterior.

Según las diferentes orientaciones de los cerramientos del edificio, se prevén los siguientes suplementos para el cálculo de las pérdidas totales de calor:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

#### - Pérdidas por intermitencia de uso

Debido a la intermitencia de uso también se añade un suplemento, ya que por razones de ahorro energético la calefacción no funciona durante las 24 horas del día. Esta interrupción del sistema se realiza cuando la actividad es muy reducida. Se tomará un suplemento del 10%. También se le sumara un factor de seguridad del 10% de la suma de las perdidas por renovación y por transmisión.

## 2.7. RADIADORES

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los locales que componen la vivienda, se puede proceder al dimensionado de los emisores de calor a dimensionar.

En apartados anteriores se describieron los tipos de emisores que existen actualmente en el mercado. De todos ellos se ha optado por los radiadores.

Los radiadores se pueden clasificar, en función de los materiales de que están fabricados en:



- Radiadores de hierro fundido: se caracterizan por tener una duración prácticamente ilimitada, debido a la elevada resistencia a la corrosión del hierro fundido, y por tener una gran inercia térmica. Una de sus mayores ventajas es la de poder ampliar sus elementos gracias a la fácil unión entre ellos.
- Radiadores de acero: son mucho más ligeros que los de fundición, teniendo por lo tanto una masa y una inercia térmica menor. Por el contrario, su resistencia a la corrosión es inferior a los de fundición por lo que su vida es más corta.
- Radiadores de aluminio: trabajan básicamente por convección ya que el aluminio tiene un coeficiente de radiación muy bajo. Además, con frecuencia están constituidos por elementos aleteados longitudinalmente, favoreciendo aún más la transmisión de calor por convección. Son mucho más ligeros que los demás debido a la baja densidad de este material. Tienen muy poca inercia térmica debido a la alta conductividad térmica, por lo que les hace idóneos para calefacciones de puesta en régimen rápidas.

### **2.7.1. SELECCIÓN DE LOS RADIADORES**

Se ha optado por instalar radiadores de aluminio en todas las habitaciones. El modelo escogido es el **XIAN 600 N** de la marca **FERROLI**, con una potencia de:

$$143,3 \text{ Kcal/h} = 156,2 \text{ W}$$

#### **2.7.1.1. Número de elementos necesarios por local**

Para obtener el número de elementos necesarios para cada uno de los locales se divide la carga térmica del local entre la emisión calorífica aportada por cada elemento. Este valor no suele ser un valor entero por lo que se tomará el siguiente número entero.

El resultado de multiplicar el número de elementos por la emisión calorífica de cada elemento da la potencia térmica instalada en el cada local. El número de elementos necesarios en cada uno de los locales de las oficinas se expone en el documento CÁLCULOS.



### **2.7.2. COLOCACIÓN Y UBICACIÓN**

La localización de los radiadores es más favorable debajo de las ventanas, o lo más cerca posible a ellas. La ventana es el elemento separador de menor resistencia térmica y, en muchos casos, está situada en el único cerramiento en contacto con el exterior, por lo que, por ella o en sus inmediaciones se producen la mayor parte de las pérdidas de calor. También por las ventanas se producen infiltraciones de aire frío del exterior, que al entrar tiende a descender calentándose al mezclarse con el aire caliente procedente del emisor. Con esto se trata de evitar el efecto de pared fría.

Cuando no sea posible la instalación de los radiadores debajo de las ventanas, conviene situar los radiadores en la pared más fría. Se procurará también que no rompan con la estética del local y que no produzcan problemas con el mobiliario interior.

### **2.7.3. ACCESORIOS**

Cada uno de los elementos emisores tendrá un dispositivo para poder modificar las aportaciones térmicas o dejarlo fuera de servicio como lo indica el reglamento. (I.T.E.02.4.11.). En este caso las habitaciones dispondrán de un termostato unido al terminal calefactor de modo que se le pueda indicar al mismo cuando abrir y cerrar el circuito del líquido calefactor.

Además dispondrán de dispositivos de corte a la entrada y salida.

## **2.8. RED DE DISTRIBUCIÓN**

La red general de tuberías de una instalación de calefacción tiene por misión el conducir el fluido caloportador que se ha calentado previamente en el generador de calor hasta los distintos emisores que componen la instalación. Se denomina tuberías de ida, al conjunto de canalizaciones que transportan el fluido portador desde el generador hasta los emisores. Una vez cedido el calor en éstos, el fluido retorna al generador para su recalentamiento a través de las tuberías de retorno.

Las tuberías irán bajo el suelo de la entreplanta transpasando el mismo cuando se precise. La tubería de calefacción que va a la zona de oficinas lo hará a la altura de la entreplanta junto a la pared de la nave.





### 2.8.1. ASPECTOS GENERALES

#### Dilatación

Las dilataciones a que están sometidas la tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos.

Para compensar el efecto de la dilatación se puede recurrir a la compensación natural, que se produce cuando la modificación de la longitud de la tubería es absorbida gracias a la elasticidad de cobre por los cambios de dirección a los que obliga el trazado de la red, dando lugar al *codo* y a la *s*. Cuando no puede ser absorbida naturalmente se recurre a dispositivos especiales.

En concreto, para las tuberías de cobre el coeficiente de dilatación térmica es de 0.017 mm por cada metro de tubo (para aumentos de temperatura de unos 100°C).

Se recurrirá pues a la compensación natural, es decir, las posibles dilataciones serán absorbidas por los codos.

#### Expansión

Los circuitos cerrados con agua o soluciones acuosas estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado, según se expone en I.T.E.02.8.4.

El vaso de expansión es el dispositivo destinado a absorber el aumento de volumen que experimenta la totalidad del agua contenida en la instalación cuando se calienta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de servicio, para evitar sobrepresiones.

En nuestro caso, al ser la instalación de tipo individual (un circuito para cada habitación) no existe demasiado líquido en circulación, por lo que el aumento de volumen es muy pequeño y el vaso de expansión, de litros se encuentra dentro de la caldera, suponiendo una gran ventaja estética y funcional.

#### Aislamiento

Se deben aislar térmicamente todas aquellas conducciones y accesorios cuando contengan fluidos a temperatura superior a 40 °C y estén situados en locales no calefactados, según se establece en el apéndice 03.1. del R.I.T.E. En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en este caso las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

En el procedimiento simplificado, que es el que se va a utilizar en el proyecto, los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m °K) deben ser los indicados en las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 que se exponen a continuación:

**Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

**Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Para el caso de tuberías de diámetro exterior menor de 35 mm y temperatura de fluido comprendida entre 60 °C y 100 °C se deberán instalar aislamientos de espesores mínimos de 25 mm.

El aislante que se instalará es a base de caucho sintético expandido en forma de coquilla de color negro cuya conductividad es de 0.04 W/m K a 20 °C.

### **Conexiones**

Según se establece en la I.T.E.05.2.2., las conexiones entre los equipos y aparatos con las tuberías han de cumplir lo siguiente:

- Las conexiones de los equipos y aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo debido al peso propio y a las vibraciones.
- Las conexiones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.

- Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones... deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

### **Uniones**

Las uniones cumplirán lo siguiente (I.T.E.05.2.3.):

- El tipo de unión será por encolado.
- Las tuberías se instalarán con el menor número de uniones. No se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.
- Cuando se realice la unión de 2 tuberías no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan sino que deben cortarse a la medida exacta.

### **2.8.2. MATERIALES**

El material empleado es el polibutileno. Como ventajas cabe destacar la ausencia de corrosión y de incrustaciones, la elevada resistencia a la abrasión, resistencia al hielo, menores pérdidas de carga que el cobre, disminución de ruidos, mayor durabilidad de las tuberías y buena relación calidad-precio.

### **2.8.3. DIMENSIONADO**

El dimensionado de una red de tuberías consiste en la determinación de la pérdida de carga o pérdida de presión mediante la selección de los diámetros más adecuados.

La caída de presión en una red de tuberías puede descomponerse en 2 partes:

- Las pérdidas en tramos rectos (pérdidas primarias) ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería
- Las pérdidas singulares (pérdidas secundarias) provocadas por los cambios de velocidad o dirección en los distintos accesorios que forman la red de distribución.

Para cuantificar éstas pérdidas es necesario conocer previamente el caudal másico en cada uno de los tramos que componen la red de distribución. Este caudal se determina a través de la siguiente fórmula:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{C_p \Delta T}$$



### 2.8.3.1. Pérdidas en tramos rectos

Se han establecido fórmulas experimentales para el cálculo de las pérdidas de carga en una tubería recta, tomando en consideración aspectos tales como la velocidad de circulación del fluido, temperatura, diámetro de la tubería ... De acuerdo con estas fórmulas se han construido tablas, curvas y gráficos que permiten agilizar el cálculo.

Estos gráficos son diferentes según sea el material de las conducciones y de la temperatura media del fluido. Para la instalación proyectada, como ya se mencionó, se ha escogido el polibutileno y la temperatura media del fluido es 80 °C (la media entre la temperatura de entrada, 90 °C y la de salida, 70 °C). La gráfica puede verse en el anexo

Actualmente la reglamentación fija en 2 m/s la velocidad máxima de circulación del agua por el interior de las tuberías que discurren por locales habitados, y que no se sobrepase una caída de presión de 400 Pa/m en tramos rectos, lo que fija una línea horizontal en el gráfico, que no puede ser rebasada.

La intersección de esta línea con la vertical correspondiente al caudal másico que circula por un tramo cualquiera, fijará un punto en el gráfico que puede coincidir o no con una línea de diámetro constante. Si coincide se tomará como valor de diámetro el correspondiente a la línea que pasa por el punto anteriormente fijado, y si no coincide, se descenderá a caudal constante hasta la primera intersección con una línea de diámetro constante, tomándose éste como diámetro del tramo de tubería a estudio.

Una vez fijado el punto de intersección se podrá obtener también en el gráfico los datos de velocidad de circulación  $v$  (m/s) y la caída de presión por unidad de longitud  $\Delta P/L$  (Pa/m).

Se establece la caída de presión (Pa) en el tramo recto como el producto de la caída de presión por unidad de longitud por la longitud del tramo:

$$P_t = \frac{\Delta P}{L} L$$



### 2.8.3.2. Pérdidas singulares

Las pérdidas singulares se producen en elementos tales como codos, tes, válvulas, emisores... y serán evaluadas por el método de los coeficientes de pérdidas singulares, a través de la fórmula:

$$P_s = \sum \xi \frac{1}{2} \rho v^3$$

### 2.8.3.3. Pérdidas de presión totales

Las pérdidas de presión totales que se producen en un tramo son la suma de pérdidas en tramos rectos y pérdidas singulares, es decir:

$$P_T = P_t + P_s$$

### 2.8.3.4. Equilibrado de la instalación

El equilibrado consiste en igualar las pérdidas de presión de todos los circuitos independientes que forman parte de la red de tuberías, ya que de no poseer la misma caída de presión, el fluido caloportador tenderá a circular por aquel circuito que posea menor pérdida de carga, circulando por él mayor cantidad de fluido de la necesaria.

Para comenzar con el equilibrado se seleccionará el circuito de menor longitud y se sumarán las pérdidas totales de cada uno de los tramos que lo integran. La caída de presión entre los distintos circuitos, no deberá variar más de un 15% de la pérdida total obtenida para el circuito más corto. El equilibrado consistirá en tomar los distintos circuitos que no cumplan esta condición y modificar el diámetro de sus tramos hasta conseguir que la caída de presión no varíe más del 15% de la pérdida total del circuito más corto.



## **2.9. CALDERA**

La caldera es el aparato de la instalación donde se quema un combustible cuya energía calorífica desprendida se transmite a un fluido, en este caso en estado gaseoso, que será posteriormente distribuido a través de la red de tuberías a los locales a calefactor.

En este caso el fluido caloportador será agua y el combustible empleado, gas natural.

De forma esquemática, el agua caliente sale de la caldera a una temperatura de 90 °C y es impulsada a todos los radiadores de la vivienda de donde retorna hasta la caldera a una temperatura de 70 °C.

Tanto a la entrada como a la salida de fluido de la caldera, se instalarán llaves de corte de tipo esfera, asiento o cilíndrico que permitan aislar la caldera del resto de la instalación de calefacción.

La potencia de la caldera tendrá que ser capaz de cubrir las necesidades caloríficas para la calefacción así como las necesidades caloríficas para agua caliente sanitaria, cuando éstas no puedan ser cubiertas por los colectores solares.

### **2.9.1. CHIMENEA**

La chimeneas tendrán un diámetro de 150mm y ascenderán 1m por encima de la cubierta. Cuando discurren por el interior del edificio llevan un aislante de 30mm.



### 3. INSTALACIÓN DEL ACS

#### 3.1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la instalación de ACS es que en cada punto de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

#### 3.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Se exponen a continuación las distintas clasificaciones de instalaciones de ACS siguiendo diferentes criterios:

- Por el número de unidades de consumo atendidas: unitarias, individuales y colectivas.
- Por el sistema empleado en la preparación de ACS: instantáneas y de acumulación.
- Por el origen de la energía empleada para preparar el ACS: combustión de combustibles, electricidad, bomba de calor y energía solar.

##### 3.2.1. POR EL NUMERO DE UNIDADES DE CONSUMO ATENDIDAS

- UNITARIAS: si atienden a una única unidad de consumo, como por ejemplo una bañera o un fregadero.
- INDIVIDUALES: si atienden a diversas unidades de consumo pertenecientes a un único usuario.
- COLECTIVAS: si atienden a la demanda originada por varios usuarios distintos.

##### 3.2.2. POR EL SISTEMA EMPLEADO EN LA PREPARACIÓN DE ACS

- INSTANTÁNEAS: cuando se prepara solo el caudal demandado en cada instante.
- ACUMULACIÓN: cuando se prepara una determinada cantidad de ACS, previamente al consumo, que es acumulada en un depósito y posteriormente es distribuida de acuerdo a la demanda.



### 3.2.3. POR EL ORIGEN DE LA ENERGÍA EMPLEADA

- COMBUSTIÓN DE COMBUSTIBLES: los combustibles pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.
- ELECTRICIDAD: basadas en el efecto Joule.
- BOMBA DE CALOR: consiste en la captación de energía de bajo nivel térmico para elevar posteriormente su temperatura mediante la utilización de ciclos termodinámicos.
- ENERGÍA SOLAR: el origen de la energía es la radiación procedente del sol que llega a la superficie terrestre.

### 3.3.- SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación individual que empleara como sistema de preparación un depósito acumulador y como origen de la energía la radiación solar. Ya que la energía solar no es capaz de cubrir por si sola el 100% de las necesidades energéticas requeridas (porque se trata de una energía difusa e intermitente) es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de ACS en los periodos sin sol y, especialmente, en invierno.

La potencia de la caldera será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas debidas al ACS.

#### 3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN :

La instalación de ACS consta de dos circuitos diferentes: un primario para colectores y un secundario de acumulación y distribución de agua caliente.

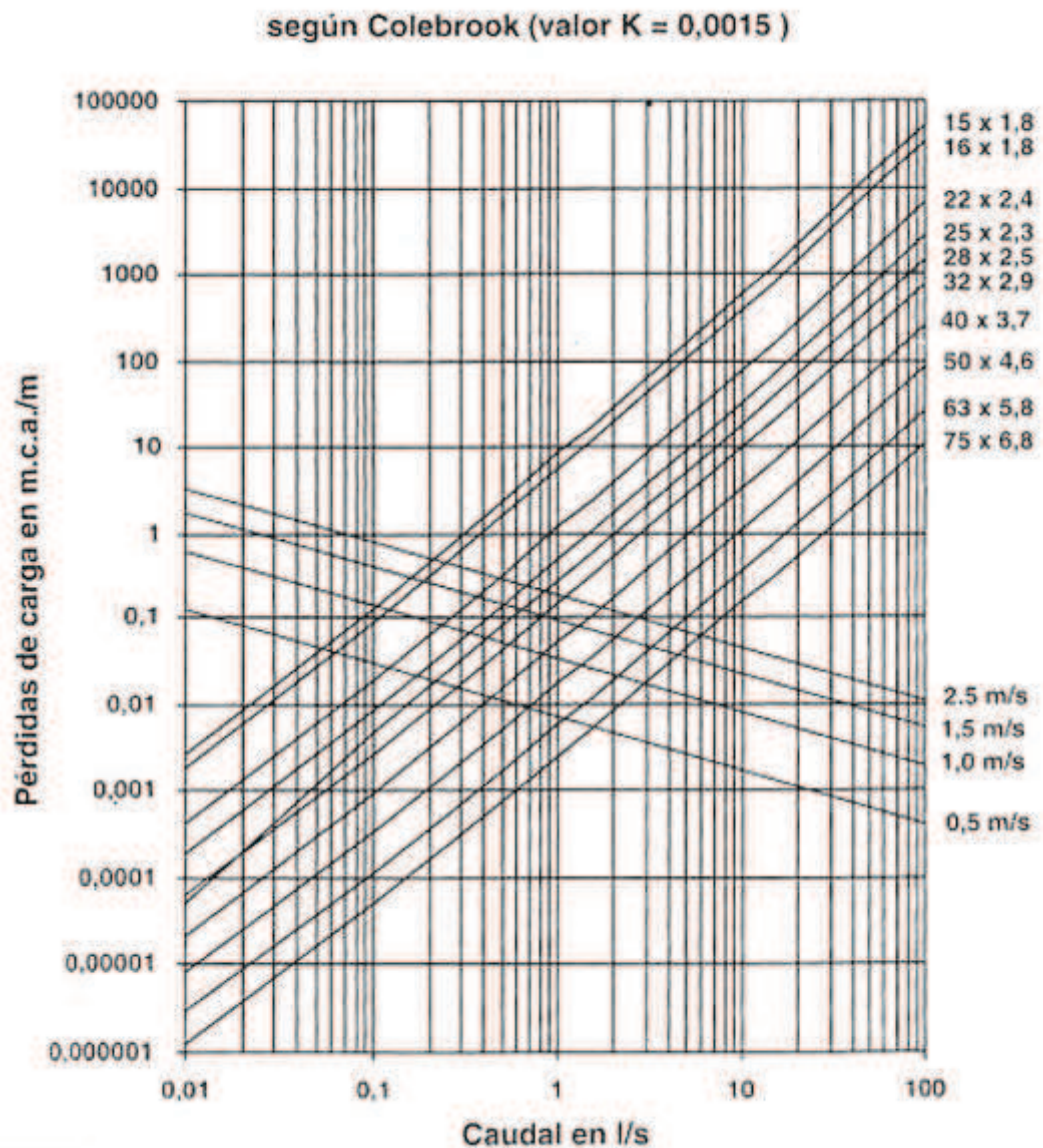
- Circuito primario solar: es aquel que absorbe la energía solar en los colectores solares. Consta de una primera zona donde el fluido caloportador entra en un acumulador (el acumulador primario) donde cede el calor al agua de consumo calentándola y luego retoma a los colectores solares para volver a recuperar su temperatura inicial. La circulación del fluido se realiza por medio de una bomba de impulsión la cual a su vez en la aspiración posee un vaso de expansión.

- Circuito secundario: se compone del ya mencionado acumulador de una capacidad de 400 l, donde se produciría una nueva aportación calorífica por medio de la caldera si fuera necesario y partiría hacia los puntos de consumo.



### 3.4.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE ACS

Para determinar los diámetros de la tubería a instalar, basta con conocer el caudal y la velocidad de flujo. Con ambos datos se acude a la siguiente gráfica de donde se obtiene el diámetro y las pérdidas de carga final. También existen diversos programas informáticos que realizan estos cálculos.



El agua caliente sanitaria se almacena progresivamente en el acumulador. El agua debe llegar a los puntos de consumo a una temperatura de 55° C pero pueden suceder dos casos:



- Las placas solares no sean capaces de calentar suficientemente el agua y deba actuar la caldera de apoyo en el acumulador secundario.

- El agua al salir hacia los puntos de consumo en el acumulador tenga una temperatura excesivamente alta (60 ó 70° C).

De tal manera que una válvula de tres vías conectada a la red de agua fría regulada por una sonda de temperatura, evitará posibles riesgos de quemaduras.

### **3.5.- DEPÓSITOS DE ACUMULACIÓN**

Se recurre a la utilización de un depósito de acumulación para así aprovechar más la energía solar. Es decir, la energía solar que se obtiene en un momento determinado se acumula en el depósito como agua caliente, para utilizarla en el momento que se demande en la casa.

También tiene otra ventaja, ya que al poder acumular ACS la potencia de la caldera que se instalara será menor ya que no tiene que abastecer los momentos de consumo máximo en el día. En esos momentos el agua acumulada abastecerá la demanda puntual y la caldera poco a poco volverá a generar agua caliente sanitaria.

El acumulador es el que recibe el aporte calorífico de los colectores. El volumen de acumulación depende de la demanda diaria necesaria. Como es de 180l/día, escogemos un acumulador de 400 l. de capacidad, de la casa Logalux modelo SM 400 de la marca Euclisa. Están fabricados en chapa de acero inoxidable para evitar problemas de oxidación y corrosión, y garantizar una larga vida del depósito.

No precisa ánodo de magnesio como medida suplementaria para evitar la corrosión.

### **3.6.- BOMBAS DE IMPULSIÓN**

En una instalación de ACS son necesarias las colocación de tres bombas de impulsión:

- Una para circuito primario haciendo circular el fluido caloportador de los colectores al acumulador y retornar a los primeros.
- Otra en el circuito de la caldera para llegar el aporte calorífico necesario al acumulador.
- Y una a la salida del acumulador para distribuir el agua caliente a los distintos puntos de consumo.



Para dimensionar las tres se procederá de la misma manera, calculando las pérdidas debidas a la longitud de la tubería y la fricción del fluido en ella, a la altura que deben salvar y a los distintos elementos de valvulerías que ofrecen resistencia al paso del fluido. La formula general es la siguiente:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + H + H_B$$

Y de aquí despejamos la altura de la bomba con la cual se elegirá el modelo a instalar:

$$H_B = L_T \times H_d + \sum k \frac{V^2}{2g} + (Z_2 - Z_1)$$

En el documento cálculos se pueden observar las operaciones llevadas a cabo y las bombas empleadas

### 3.7.- VASOS DE EXPANSIÓN

Al tratarse de una instalación cerrada la utilización de vasos de expansión es fundamental para contener las dilataciones del agua sin que provoquen ninguna rotura o movimiento en la instalación.

Existen dos tipos de vasos: los abiertos y los cerrados. En este caso se utilizaran los vasos de expansión cerrados.

Para el buen funcionamiento del vaso, el cálculo de su volumen es muy importante, ya que debe ser capaz de corregir las ondulaciones de volumen que sufre por la variación de temperatura.

Se realizará atendiendo a la normativa UNE 100-155, donde se procede de la siguiente manera:

$$V_t = V_a \times C_e \times C_p$$

Donde :

$V_t$  = Volumen total del vaso de expansión

$V_a$  = Volumen del circuito secundario

$C_e$  = Coeficiente expansión del fluido (agua 55° C)

$C_p$  = Coeficiente de presión, que a su vez es igual :



$$C_p = P_M / (P_M - P_m)$$

$P_M$  = Presión de tarado de la válvula de expansión

$P_m$  = Presión de servicio del sistema

También se tendrá en cuenta que normalmente el volumen del vaso de expansión no debe ser mayor a un 10% del volumen total de la instalación en la cual va a actuar.

Se colocarán tres vasos de expansión situados en la aspiración de las tres bombas de impulsión.

En el documento cálculos se pueden observar las operaciones llevadas a cabo y los vasos de expansiones empleados.

## 4. INSTALACIÓN CIRCUITO DE A.C.S. CON APOORTE SOLAR

### 4.1. TIPO DE CIRCUITO

El objeto de la instalación es dotar del servicio de agua caliente sanitaria a los servicios que lo demanden. Como la demanda de agua caliente presenta variaciones en el consumo es necesario tener una reserva acumulada para abastecer al caudal de la instalación.

Nuestro circuito parte de un acumulador de agua caliente que es abastecido por el calor absorbido de unos captadores solares en la cubierta. Ese acumulador mantiene el agua caliente de servicio ayudado por la caldera de gas. El circuito tiene recirculación, con lo que el agua caliente no utilizada vuelve al acumulador y así el sistema está en equilibrio.

### 4.2. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

El circuito de distribución es el encargado de llevar el agua caliente sanitaria desde el sistema de acumulación hasta los puntos de consumo.

Para el diseño de la red de distribución de A.C.S. se ha tenido en cuenta las exigencias de DB HS4 del CTE. Constará de una red general de polibutileno. Constará de una llave de corte.

Las tuberías irán bajo el suelo de la entreplanta transpasando el mismo cuando se precise. La tubería de calefacción que va a la zona de oficinas lo hará a la altura de la entreplanta junto a la pared de la nave.

Las tuberías están dimensionadas de igual manera que las del circuito de calefacción pero en este caso la velocidad máxima de circulación es de 1,5 m/s.

Ver el apartado de Cálculo “3.1. Circuito de distribución”.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tablas 4.2. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	¾	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Los aislamientos son los siguientes:

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50



### 4.3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TUBERÍAS DE A.C.S.

La presión disponible en el punto de consumo más desfavorable superara los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3. del DB HS salubridad y en todos los puntos de consumo no se supera el calor máximo indicado en el mismo apartado, que se muestra a continuación:

**Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 100 kPa para grifos comunes;
- 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe supera 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. La temperatura en el punto mas alejado de ser de 50 °C.

Para cumplir dicho apartado hay que determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se han estimado en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación. Véase apartado de Cálculos 3.2 “Pérdidas de presión en tuberías de ACS”.



#### **4.4. RED DE RETORNO**

La red de distribución está dotada de una red de retorno porque la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado supera los 15 m y según la DB HS las instalaciones de producción centralizada que igualen o superen este valor deben estar dotadas de una red de retorno.

La red de retorno se compone de:

- Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector tiene una canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno.
- Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, hasta el acumulador o calentador centralizado.

La red de retorno discurre paralelamente a la de impulsión.

En los montantes, se realiza el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se disponen válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE, como ya se ha mencionado anteriormente en el apartado 3.2 del presente documento.

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se estimará que en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura sea como máximo de 3°C desde la salida del interacumulador.



## **5. INSTALACIÓN SOLAR**

### **5.1.- INTRODUCCIÓN**

La actividad humana en general y más particularmente en su aspecto energético, está presidida por la actuación pasada o presente del sol. El aprovechamiento energético del sol de forma natural o artificial es una constante en nuestra cultura agrícola, urbana, industrial,...

La energía solar como fuente energética presenta como características más peculiares las siguientes:

- Elevada calidad energética.
- El impacto ambiental es nulo: la energía solar no produce desechos ni residuos, basuras, humos, polvos, vapores, ruidos, olores,...
- Es una fuente de energía inagotable, por su magnitud y porque su fin será el fin de la vida en la Tierra.
- Se produce en el mismo lugar donde se consume, no necesita transformadores ni canalizaciones subterráneas ni redes de distribución a través de las calles.

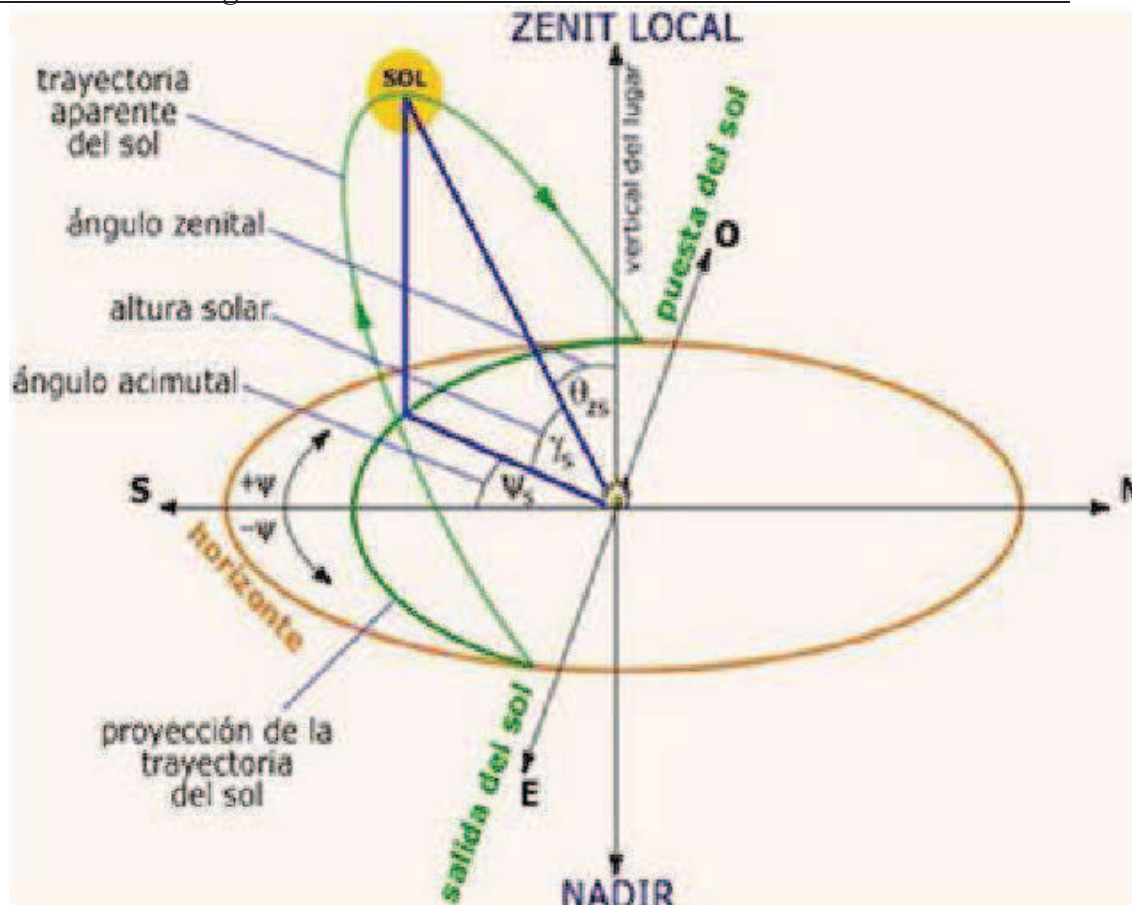
No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente de energía gratuita, que puede liberar definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras.

### **5.2.-FACTORES INFLUYENTES EN LA RADIACIÓN SOLAR**

#### **5.2.1. Posición de la tierra respecto al sol:**

Debido a la inclinación del eje de rotación de la tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del sol y su forma esférica, un mismo punto de la superficie terrestre recibe, según la época del año, los rayos con una inclinación diferente y, por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente.





En invierno los rayos de sol caen con un ángulo pequeño respecto de la horizontal, lo contrario que en verano, en que el ángulo es mucho mayor, llegando a alcanzar perpendicularidad en las zonas cercanas al ecuador y en los momentos centrales del día. Por esta razón, la energía total incidente es mucho mayor en verano que en invierno y, si se considera la energía incidente en un determinado periodo de tiempo (hora por ejemplo) también es mucho mayor en las horas centrales del día (alrededor del mediodía) que en las horas cercanas al amanecer o al anoecer.

En primavera y en verano el arco de la trayectoria solar es más grande, el sol se eleva más sobre el horizonte y permanece más tiempo brillando en el cielo (esto considerando al sol el que realiza el movimiento alrededor de la tierra, que a efectos prácticos es lo mismo). Por el contrario, en invierno los puntos del horizonte por donde sale y se oculta están más próximos entre sí, la trayectoria es más corta y menos elevada, y el tiempo (duración del día solar) que transcurre entre el amanecer y la puesta del sol es mucho menor.



Lógicamente, cuanto mayor es la duración del día solar, más cantidad de energía se podrá recoger a lo largo del día.

Otro factor incluso más importante es el hecho de que cuanto menos elevada sea la trayectoria solar, con menor ángulo incidirán los rayos con respecto al suelo horizontal y la intensidad será menor.

### **5.2.2. EL CLIMA:**

La mayor o menor cantidad de energía que llega a la superficie también viene determinada por otro factor importante como es la nubosidad existente en la zona.

Las nubes absorben la mayoría de la energía solar, reflejándola por su parte superior y devolviéndola al espacio. En un típico día cubierto, la energía que pasa la capa de nubes es una pequeña fracción de la que llegaría a la superficie si el cielo estuviese despejado.

Como se puede ver, la energía recogida en un día a finales de otoño o principios del invierno es mucho menos que en un día a finales de primavera o principios de verano.

También es importante para los colectores planos destinados al calentamiento de ACS la temperatura media del aire y la velocidad del viento, aunque en menor medida.

Por tanto, las condiciones climáticas son el factor más importante a la hora de evaluar las posibilidades que tiene una instalación solar.

### **5.2.3. LA ATMÓSFERA:**

La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes:

- Radiación directa: la que proviene directamente del sol.
- Radiación difusa: la recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados aunque este número aumenta en los días nublados en los que la radiación directa es muy baja.
- Radiación reflejada: aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie.

La suma de estos tres tipos de radiación se denomina radiación global y es la energía que se puede aprovechar.



### **5.3.- RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIE PLANA**

La radiación solar incidente sobre una superficie plana depende de los siguientes parámetros:

- Orientación de la superficie.
- Inclinación de la superficie.
- Latitud del lugar.
- Día del año.
- Hora del día.
- Estado climatológico.

Los tres últimos parámetros se han descrito detalladamente en el apartado anterior.

Los colectores han de orientarse hacia el ecuador (que significa hacia el Sur en el hemisferio Norte y hacia el Norte en el hemisferio Sur) ya que de esta forma se aprovecha el máximo de horas de sol. Desviaciones de  $\pm 20^\circ$  respecto de la orientación Sur no afectan de manera notable al rendimiento de la instalación.

La inclinación está íntimamente ligada con la latitud del lugar. La experiencia ha demostrado que es aconsejable una inclinación aproximadamente igual a la latitud del lugar, tolerándose desviaciones de  $\pm 10^\circ$  en función de la época del año en que se desee favorecer la captación. Así, una inclinación mayor favorecería la incidencia de los rayos en los meses invernales y una menor favorecería en primavera y en verano.

### **5.4.- SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR: EL COLECTOR**

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son todos aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en energía útil. El colector solar es el elemento principal de una instalación solar. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente y transformarla en calor, que se cede al fluido caloportador.



#### **5.4.1. CLASIFICACIÓN:**

Los colectores solares se clasifican en:

- Colectores solares con concentración: aquellos que aumentan la intensidad de la radiación solar incidente mediante la concentración previa de los rayos solares. Requieren una orientación permanente hacia la posición del sol, y por tanto, deben estar dotados de un mecanismo automático preciso. Solamente se utilizan cuando se requieren temperaturas a partir de 70° C.

- Colectores solares sin concentración: aquellos que utilizan la radiación solar con la misma intensidad con la que incide naturalmente. Normalmente no se alcanzan temperaturas superiores a los 80° C.

A su vez se clasifican en:

- Colectores sin cubierta: el elemento absorbedor es el propio cuerpo del colector. Recomendables solamente para instalaciones que no requieran temperaturas superiores a 35° C, como el calentamiento de piscinas por ejemplo.

- Colectores con cubierta: las temperaturas de trabajo oscilan entre los 30 y los 90° C. Destacan los colectores de placa plana, que emplean como absorbedor una placa plana y los colectores de vacío en los que el absorbedor está formado por tubos de vidrio de los que se ha extraído el aire. Es el único capaz de proporcionar (sin concentración) temperaturas de unos 70° C. Son más caros que los anteriores y sólo se utilizan cuando la temperatura necesaria sea de más de 60° C.

#### **5.4.2. MODELO ELEGIDO:**

El gran auge que están sufriendo las energías renovables en la actualidad, y de forma muy destacada dentro de ellas la energía solar térmica, hace que estén surgiendo multitud de nuevos fabricantes y empresas emergentes dentro de este sector pero que no poseen gran experiencia y por tanto, confiar en ellos sería correr un riesgo innecesario. Debido a este problema, se ha optado por la elección de un fabricante reconocido como es VIESSMAN. El rendimiento y eficacia de sus productos está garantizado por pruebas oficiales y homologaciones en varios países y ha obtenido la Certificación Internacional ISO 9001.

Para la obtención de agua caliente sanitaria se emplearan colectores de placa plana, de la marca Viessman modelo 100 F para el montaje en cubiertas planas, inclinadas, para integración en cubiertas y para montaje en estructuras de apoyo.

Es el tipo de colector que se ajusta perfectamente a las necesidades requeridas para el calentamiento de ACS. Consta de un sistema de instalación superpráctico, que no da lugar a fugas ni hace que el paso del tiempo oxide o deteriore por temperatura el sistema de conexión. Su curva de rendimiento (eficiencia) es la mejor del mercado y su estética está entre las mejores.

Las placas tienen las siguientes características:

- Superficie de absorción:  $2,5 \text{ m}^2$
- Dimensiones:  $2318 \times 1138 \times 102 \text{ (mm)}$
- Rendimiento óptico = 0,84
- Coeficiente pérdida calor =  $3,36 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Presión máxima servicio 6 Bar

#### **5.4.3. COMPONENTES PRINCIPALES DEL COLECTOR:**

Los componentes principales del colector plano son los siguientes:

- Cubierta.
- Absorbedor.
- Aislamiento.
- Carcasa o caja.

##### *5.4.3.1. Cubierta :*

Las principales funciones que debe cumplir son:

- Obtener el efecto invernadero, es decir, permitir la entrada de la radiación solar incidente, de pequeña longitud de onda, e impedir la salida de la energía radiada por la placa absorbidora al calentarse, de gran longitud de onda.

- Proteger el absorbedor y el aislamiento térmico dentro de la carcasa contra todo efecto nocivo del medio ambiente.

Aunque se han comercializado colectores con más de una cubierta y de materiales plásticos, lo más habitual es que sea una única superficie de vidrio. La utilización de dos cubiertas mejora el rendimiento pero sin embargo es más caro y complican la configuración del colector aumentando su peso. Este incremento del rendimiento no compensa los inconvenientes señalados y la solución normal es acudir a una cubierta única.



#### 5.4.3.2. Absorbedor:

Su misión es absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su transferencia al fluido caloportador.

La superficie captadora debe presentar una alta absorbancia de la radiación solar y baja emitancia. Estas superficies se suelen denominar selectivas y tienen por objeto aumentar la ganancia solar y reducir las pérdidas térmicas en el interior del colector.

La placa captadora está constituida normalmente de material metálico y las más ampliamente utilizadas son de acero y fundamentalmente de cobre. La placa captadora de cobre presenta unas muy buenas características térmicas pero su precio es sensiblemente más elevado. También se fabrican placas captadoras de aluminio y de acero inoxidable, éste último con excelentes cualidades de funcionamiento y durabilidad.

El recubrimiento superficial tiene una gran importancia en el comportamiento puntual inicial del colector, pero además debe presentar gran resistencia a la degradación que es motivada fundamentalmente por la radiación ultravioleta, temperaturas altas, humedad, etc. Los tratamientos superficiales selectivos más comúnmente utilizados en colectores solares se realizan con sustancias tales como el cromo y el níquel negro. Debe tenerse en cuenta que aplicar un tratamiento superficial que se pueda denominar “selectivo” con propiedad, es complicado en su ejecución y no todos los colectores que se comercializan lo incorporan.

#### 5.4.3.3. Aislamiento :

El colector debe incorporar materiales aislantes tanto en el fondo del colector, bajo la superficie absorbente, como en los laterales con el fin de reducir las pérdidas de calor desde el absorbedor hacia la carcasa.

Los materiales más usados son la fibra de vidrio, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido. Cualquiera que se el material elegido debe tener además una baja conductividad térmica, un coeficiente de dilatación compatible con los demás componentes del panel solar y resistencia a la temperatura.

Es conveniente incorporar una lámina reflectante en la cara superior del aislante para evitar su contacto y reflejar hacia la placa absorbente la radiación infrarroja emitida por éste.

#### 5.4.3.4 Carcasa:

Es el elemento que recoge el resto de los componentes del colector dándole la rigidez y estanqueidad necesaria al conjunto, aunque también puede ser de material plástica, lo usual es que sea metálica. En cualquier caso debe cumplir los siguientes requisitos:

- 59



## 5.5.- INSTALACIONES BÁSICAS

Las instalaciones solares se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios como son:

- El principio de circulación.
- El sistema de transferencia de calor.
- El sistema de expansión.
- La aplicación.

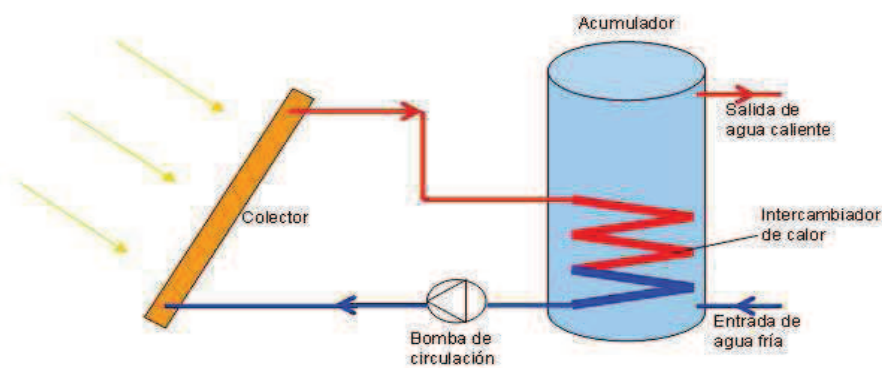
### 5.5.1. PRINCIPIO DE CIRCULACIÓN

Según el principio de circulación empleado para mover el fluido a través del circuito se clasifican en :

- **INSTALACIONES POR TERMOSIFÓN O CIRCULACIÓN NATURAL:** son aquellas en las que el fluido de trabajo circula por convección libre. En estos casos, el depósito de acumulación debe situarse a una cota más alta que los colectores. Carece de bomba de circulación y regulación. Cubren fundamentalmente pequeñas demandas de ACS.



- **INSTALACIONES CON CIRCULACIÓN FORZADA:** son instalaciones equipadas con dispositivos que provocan la circulación forzada del fluido de trabajo.

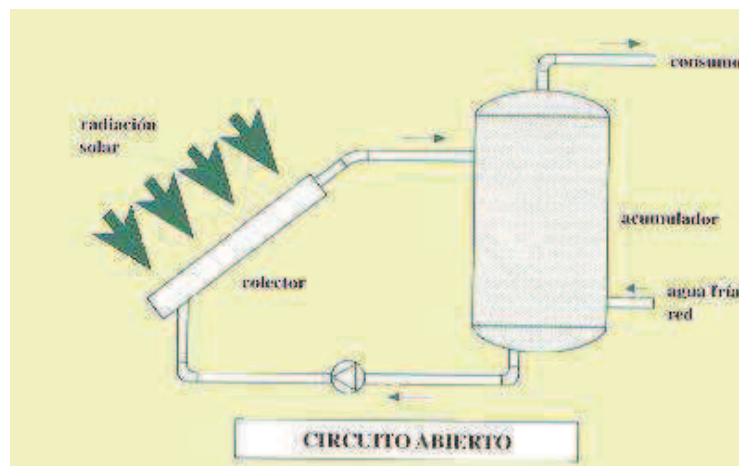




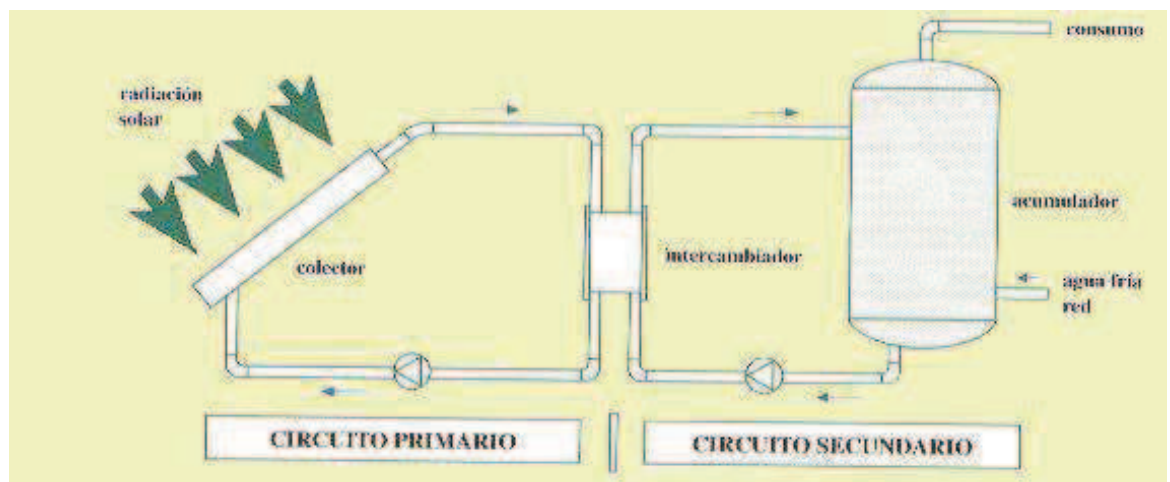
### 5.5.2. POR EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE CALOR:

Pueden clasificarse en:

- **DIRECTAS:** el agua que circula por los colectores es usada directamente para consumo. No dispone de intercambiador y su uso está condicionado fundamentalmente por la calidad del agua y el tipo de colector. Se suele emplear en zonas donde no se esperan heladas.



- **INDIRECTAS:** cuando el fluido de trabajo se mantiene en un circuito separado, sin posibilidad de contacto con el circuito de consumo. En este tipo de instalaciones el intercambio de calor se produce a través de un intercambiador de calor que puede formar parte del acumulador, siendo sumergido o envolvente (interacumulador), o ser independiente.





### **5.5.3. POR EL SISTEMA DE EXPANSIÓN:**

En función del sistema de expansión, las instalaciones solares pueden ser :

- SISTEMA ABIERTO: el circuito primario está comunicado de forma permanente con la atmósfera.
- SISTEMA CERRADO: el circuito primario no tiene comunicación directa con la atmósfera.

### **5.5.4. POR LA APLICACIÓN:**

La energía solar captada por los colectores se puede aplicar en:

- CALENTAMIENTOS DE AGUA SANITARIA
- USOS INDUSTRIALES
- CALEFACCIÓN
- REFRIGERACIÓN
- CLIMATIZACIÓN DE PISCINAS
- USOS COMBINADOS

### **5.6.- SOLUCIÓN ADOPTADA**

Para satisfacer la demanda de ACS se ha optado por proyectar una instalación indirecta, es decir, aquellas que utilizan como fluido de trabajo anticongelante (proporcionado por el fabricante), debido a las bajas temperaturas que se registran en la zona durante la época invernal.

La transferencia de calor del fluido de trabajo al circuito de consumo se realizará a través de un intercambiador independiente, que se conectará el circuito primario (circuito de colectores) y el circuito secundario (circuito del acumulador) del que coge agua fría y al que lleva agua caliente. Esa agua caliente será distribuida, pasando por la caldera, antes de ser consumida, que le proporcionará la energía suficiente en el caso de que la energía solar no tenga la suficiente “fuerza”.

La circulación del fluido de trabajo a través de los colectores solares será forzada e impulsada por una bomba.

El sistema de expansión de la instalación solar será cerrado y se colocará en la parte fría del circuito, entre la bomba y los colectores. El sistema tendrá a su vez un grifo de vaciado o llenado de fluido de trabajo.

La totalidad de la energía captada por los colectores se empleará en calentar el agua de red para el consumo de ACS.



### **Producción de ACS sin energía solar**

Al no haber sol o no poder satisfacer la demanda completa, entra la caldera en funcionamiento. El acumulador solar estará a la temperatura del agua de red (si el circuito primario está parado) o por debajo de la temperatura de acumulación, fijada en 60° C; esa agua llegará a la caldera que la calentará hasta los 60° C (temperatura de consumo) de forma instantánea y de ahí, se mezclará con el agua de red en el mezclador termostático para que al consumidor la llegue a la temperatura deseada.

### **Producción de ACS con energía solar**

Si la diferencia de temperatura entre la sonda del colector y la sonda de temperatura del acumulador es superior a la temperatura diferencial ajustada en el sistema de control, la bomba de circulación del circuito de energía solar (circuito primario) se conecta, por tanto, se conectará también la bomba del circuito secundario y el acumulador ira calentándose poco a poco.

Al mismo tiempo, el limitador electrónico de la temperatura, instalado en el sistema de control o termostato de seguridad (si es necesario) limitan, si procede, la temperatura del acumulador. Si se sobrepasa la temperatura ajustada, éstos desconectan la bomba del circuito primario. El limitador electrónico puede reajustarse a la temperatura deseada.

## **5.7.- ESTUDIO DE LA INSTALACIÓN SOLAR**

### **5.7.1. DATOS DE PARTIDA**

Se trata de una nave industrial en la que hay duchas y servicios para el uso del personal. Según el CTE, para las duchas (vestuarios) se necesitan 15 l/servicio y para los lavabos de las oficinas se requieren 3 l/persona, a una temperatura de 60°C (aunque eso significan más litros a la temperatura de consumo de 45° C).

### **5.7.2. MÉTODO EMPLEADO**

El método empleado para el dimensionado de la instalación solar es el método **F-CHART** (método de las curvas f), avalado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (**IDAE**), que es una entidad pública empresarial, adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y comercio, en su pliego de condiciones técnicas.



La aproximación que hace el método de las curvas f consiste, en primer lugar, en identificar las variables adimensionales importantes del sistema térmico solar.

A continuación, utiliza la simulación detallada mediante ordenador para hallar correlaciones entre esas variables y el rendimiento medio a lo largo de un periodo de tiempo para que sean aplicables de manera sencilla y directa en el resto de sistemas. Las curvas f no son sino una representación gráfica de estas correlaciones, y la letra f hace referencia a la fracción de necesidades energéticas que podemos cubrir gracias a la energía solar.

La secuencia que se sigue en el cálculo es la siguiente:

1. Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS.

2. Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores.

3. Cálculos del parámetro X.

$X = \text{Energía perdida por el captador} / \text{Energía necesaria mensual}.$

4. Cálculo del parámetro Y.

$X = \text{Energía absorbida por el captador} / \text{Energía necesaria mensual}.$

5. Valoración de la cobertura solar mensual.

6. Valoración de la cobertura solar anual.

Todos los parámetros se encuentran perfectamente definidos y justificados en el documento CÁLCULOS.

## **5.8.- INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES**

### **5.8.1. ORIENTACIÓN DE LOS COLECTORES**

La orientación más favorable en esta parte de la Tierra es hacia el Sur. Para ello habrá que instalar una estructura de soporte en la cubierta de la nave. Esto no supondrá un gran inconveniente ya que la misma consta de una amplia área en la que la cubierta no influye sobre funcionamiento de las placas solares.

### **5.8.2. INCLINACIÓN**

La inclinación ideal es una inclinación próxima a la latitud, es decir, unos 43°. De modo que el soporte sobre el que se van a situar las placas tendrán que tener la inclinación indicada. En este caso el ángulo con el que menores pérdidas por orientación se obtendrán es 45°



### 5.8.3. PÉRDIDAS

#### 5.8.3.1. Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas debidas a la orientación e inclinación se pueden ver en el documento cálculos

#### 5.8.3.2. Pérdidas por sombras

Ya que los colectores están dispuestos en una única fila, y no hay obstáculos que se interpongan delante en las horas de sol no existen pérdidas de radiación por sombras.

### 5.8.4 CONEXIÓN:

Los colectores se dispondrán alineados en una única fila. La conexión de colectores con las tuberías del circuito primario se realiza por medio de unos racores de unión, suministrados también por el fabricante, con un diámetro de 1/4".

### 5.8.5. SOPORTE:

Los colectores tendrán que ir sujetos a través de una estructura metálica, que se sujetará de manera sencilla pero resistente a la cubierta del edificio y que sea totalmente segura ante cualquier situación extrema como vendavales, fuertes tormentas....la inclinación será de 43°.

La estructura debe cumplir con dos aspectos:

- Que sea fácil de montar, ya que el montaje se debe hacer en el tejado del edificio, a 10 m. del suelo, con el correspondiente peligro que conlleva.
- Que soporte el peso del conjunto (esto está asegurado al ir suministrado por el fabricante).

La estructura de apoyo de captadores estará formada por perfiles de acero normalizados, cortados, taladrados y posteriormente galvanizados en caliente para resistir los efectos de la intemperie. La unión entre las distintas barras que componen la estructura se realiza mediante tornillería de seguridad de acero inoxidable.



## **6. LEGIONELLA**

Es una bacteria ambiental ya que su nicho natural es las aguas superficiales como lagos ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente).

Es percibida como una enfermedad infecciosa potencialmente erradicable, se puede controlar con medidas higiénico-sanitarias en las instalaciones implicadas.

Una de las características de Legionella es que es una bacteria capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento de 35 °C a 37 °C.

La transmisión de la infección se realiza por vía aérea mediante la inhalación de aerosoles o gotitas respirables (menores de 5 µm) que contienen Legionella y también por microaspiración de agua contaminada.

La legionella produce:

- Enfermedad del Legionario, es una enfermedad respiratoria aguda con signos focales de neumonía, fiebre, cefalea y mialgias. Alrededor de un tercio de los casos desarrollan diarrea y vómitos y la mitad de ellos pueden presentar confusión mental y delirio.
- La Fiebre de Pontiac, es un síndrome febril agudo y autolimitado.

Un sistema de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno como el del presente proyecto se considera una instalación de alto riesgo para la proliferación de la legionella

Como se combate:

En el circuitos de ACS, los criterios de actuación se basan en el control de la temperatura del agua por encima de los 60 °C, de forma que alcance 60 °C en los depósitos o acumuladores finales.



La desinfección anual de choque en caso de detección de Legionella en la instalación de agua caliente sanitaria se realiza mediante uno de los protocolos que figuran a continuación:

#### **4.1. DESINFECCIÓN QUÍMICA.**

##### **En caso de usar cloro**

- Clorar el agua del interacumulador con 20-30 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el agua por debajo de 30 °C y con un pH de 7-8, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l de cloro.
- Se mantendrá un periodo de 3-2 horas respectivamente.
- Como alternativa, se puede clorar el sistema con 4-5 mg/l, manteniendo estos niveles durante 12 horas.
- Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar el agua del sistema.
- Limpiar a fondo las paredes del interacumulador, o realizar una purga.
- Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.
- Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales.
- Si es necesaria la rechloración, ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.

**En caso de usar otro biocida** químico se seguirán las recomendaciones del fabricante. Es preciso asegurar que estos biocidas sean aptos para tratamiento de aguas de consumo humano.

#### **4.2. DESINFECCIÓN TÉRMICA.**

##### **Interacumulador**

- Vaciar el sistema, limpiar a fondo las paredes del depósito interacumulador o realizar una purga. Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.
- Llenar el depósito y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener durante 2 horas. Posteriormente dejar correr el agua en los puntos terminales de la red durante 5

minutos de forma secuencial de manera que se alcance en todos los puntos una temperatura de 60 °C.

- Vaciar el depósito interacumulador y volver a llenarlo, restableciendo de este modo su funcionamiento habitual.

En la instalación de ACS podrán llevarse a cabo cualquiera de los protocolos anteriores ya que dicha instalación es compatible con cualquiera de los dos métodos.

El Real Decreto 865/2003 del 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, tiene como objeto la prevención y control de la legionelosis mediante la adopción de medidas higiénicas y sanitarias en aquellas instalaciones en las que la legionella es capaz de proliferar y diseminarse.

Las medidas preventivas utilizadas se basarán en la aplicación de dos principios fundamentales:

- Primero, la eliminación o reducción de zonas sucias mediante un buen diseño y el mantenimiento de las instalaciones.

- Segundo, evitando las condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de la legionella, mediante el control de la temperatura del agua y la desinfección continua de la misma.

## **7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.**

### **7.1. CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE**

Las condiciones interiores de diseño se fijan en función de la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos de acuerdo a lo establecido en el RITE.

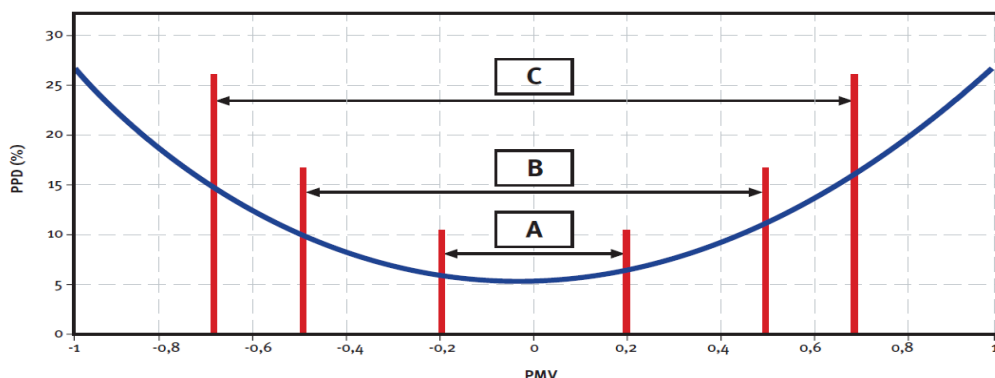


En oficinas se considera la actividad física como sedentaria de 1,2 met, el grado de vestimenta en invierno de 1 clo (resistencia térmica del vestido) y el porcentaje estimado de insatisfechos entre el 10 y el 15 %.

La temperatura interior de diseño es de 21 °C, en conformidad a lo establecido en el RITE.

Porcentaje personas insatisfechas (PPD), en función del bienestar térmico:

Ampliando la parte central, desde PMV = -1 a PMV = +1, resulta el gráfico de la figura 2:



Porcentaje personas insatisfechas (PPD), en función de la temperatura y la humedad relativa;

			Humedad relativa								
			30	35	40	45	50	55	60	65	70
Temp. seca [°C]	INV	21	7,43%	7,05%	6,71%	6,39%	6,11%	5,86%	5,64%	5,46%	5,30%
		22	5,31%	5,18%	5,08%	5,02%	5,00%	5,01%	5,06%	5,14%	5,26%
		23	5,20%	5,34%	5,53%	5,76%	6,03%	6,34%	6,69%	7,08%	7,51%
	VER	23	19,08%	18,01%	16,99%	16,01%	15,07%	14,17%	13,32%	12,51%	11,73%
		24	10,50%	9,81%	9,16%	8,56%	8,01%	7,50%	7,05%	6,63%	6,27%
		25	5,89%	5,61%	5,39%	5,21%	5,09%	5,02%	5,00%	5,03%	5,12%
		26	5,21%	5,39%	5,64%	5,94%	6,30%	6,72%	7,19%	7,73%	8,33%

## 7.2. EXIGENCIA DE HIGIENE

La producción de ACS se realizará de forma centralizada en un interacumulador, con un serpentín alimentado desde las calderas.

El sistema realizará las funciones de esterilización térmica para prevención de la legionella, establecidas por la normativa vigente.

La temperatura del agua en el interacumulador será de 60°C y el punto más alejado del circuito de ACS tendrá una temperatura mínima del agua de 50°C.

Los materiales empleados en el circuito de distribución de ACS resisten la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.



## 8 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficie de los emisores de calor, tendrá una temperatura mayor de 60 °C.

La temperatura máxima del agua calefactora será de 80 °C.

La temperatura máxima de las superficies de los emisores será de 80 °C.

Por ser la instalación de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición es el siguiente:

- a) Colectores de impulsión y retorno de un fluido portador: un termómetro.
- b) Vasos de expansión: un manómetro.
- c) Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en el retorno, uno por cada circuito.
- d) Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga, uno por cada bomba.
- e) Chimeneas: un pirómetro o un pirostato con escala indicadora.
- f) Intercambiadores de calor: termómetros y manómetros a la entrada y salida de los fluidos.

---

Mikel Navarro Ortega

Noviembre 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN NAVE  
INDUSTRIAL

## DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13



## ÍNDICE

<b>DOCUMENTO 2: CÁLCULOS .....</b>	<b>1</b>
<b>1.CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. APLICABILIDAD</b>	<b>4</b>
<b>1.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>4</b>
<b>1.3 ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO</b>	<b>4</b>
<b>1.4. CÁLCULO DEL LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS</b>	<b>5</b>
<b>1.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA</b>	<b>11</b>
<b>1.6 CONDENSACIONES</b>	<b>16</b>
<i>1.6.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES.</i>	<i>16</i>
<i>1.6.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES</i>	<i>17</i>
<b>2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. CONDICIONES DE DISEÑO</b>	<b>21</b>
<b>2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO</b>	<b>21</b>
<i>2.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN</i>	<i>22</i>
<i>2.2.2.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN</i>	<i>24</i>
<i>2.2.3. – CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.</i>	<i>25</i>
<b>2.3. - NECESIDADES CALORÍFICAS</b>	<b>26</b>
<i>2.3.1 CARGAS ZONA VESTUARIOS</i>	<i>26</i>
<i>2.3.2 CARGAS ZONA OFICINAS</i>	<i>28</i>
<b>2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR</b>	<b>32</b>
<i>2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO</i>	<i>32</i>
<i>2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR</i>	<i>32</i>
<b>2.5. CÁLCULO DE LA RED DISTRIBUCIÓN</b>	<b>35</b>
<i>2.5.1. CAUDAL MÁXICO</i>	<i>35</i>
<i>2.5.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS</i>	<i>36</i>
<i>2.5.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN</i>	<i>39</i>



<b>3. INSTALACIÓN DE A.C.S.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>44</b>
<b>3.2. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS DE A.C.S.</b>	<b>48</b>
<b>3.3. RED DE RETORNO DE A.C.S.</b>	<b>49</b>
<b>3.4. DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S.</b>	<b>49</b>
<b>3.5 CAPTADORES SOLARES</b>	<b>50</b>
<b>3.6. CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR</b>	<b>52</b>
<b>3.6.1. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES</b>	<b>52</b>
<b>3.6.2. CÁLCULO DE X</b>	<b>53</b>
<b>3.6.3. CÁLCULO DE Y</b>	<b>54</b>
<b>3.6.4. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA F</b>	<b>56</b>
<b>3.6.5. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL</b>	<b>57</b>
<b>3.6.6. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL</b>	<b>58</b>
<b>3.7 FLUIDO CALOPORTADOR</b>	<b>58</b>
<b>4. SALA DE CALDERAS .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. GENERACIÓN DE CALOR</b>	<b>60</b>
<b>4.2. INTERACUMULADOR</b>	<b>64</b>
<b>4.3. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR</b>	<b>66</b>
<b>4.4. VASO DE EXPANSIÓN</b>	<b>67</b>
<b>4.4.1. CIRCUITO SOLAR</b>	<b>67</b>
<b>4.4.2. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN</b>	<b>69</b>
<b>4.4.3. VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.</b>	<b>70</b>
<b>4.5. VÁLVULA DE SEGURIDAD</b>	<b>70</b>
<b>4.6. BOMBAS</b>	<b>71</b>
<b>4.6.1. CALEFACCIÓN</b>	<b>71</b>
<b>4.6.2. A.C.S.</b>	<b>71</b>
<b>4.6.3. CIRCUITO SOLAR</b>	<b>71</b>
<b>4.7 CHIMENEA</b>	<b>72</b>

# 1. CÓDIGO TÉCNICO de la EDIFICACIÓN

## 1.1. APLICABILIDAD

Ya que el porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie, se escoge, para la realización del proyecto la Opción Simplificada como indica el CTE.

## 1.2. DETERMINACIÓN DE LA ZONA CLIMÁTICA

El edificio, que se encuentra en Noáin (Valle de Elorz), se corresponde con la zona climática D1.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1

Los espacios que componen este edificio son espacios habitables con alta carga interna e higrometría 3 o inferior. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios que no se incluyen en las clases de higrometría 5 ó 4, (lavanderías, piscinas, restaurantes, cocinas industriales,...).

## 1.3 ENVOLVENTE TÉRMICA DEL EDIFICIO

La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior. En este caso son los siguientes:

- el forjado de la entreplanta.
- las paredes que limitan con el exterior y el interior de la nave industrial.
- la cubierta de la primera planta

## 1.4. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS CERRAMIENTOS

La forma de cálculo seguida se encuentra en el Apéndice E de la sección HE 1

Limitación de la demanda energética, dentro del Documento Básico HE AHORRO DE ENERGÍA, del CTE.

### 1.4.1. Transmitancia térmica

#### - Cerramientos en contacto con el aire exterior:

La transmitancia térmica viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$R_T$ : La resistencia térmica del componente constructivo ( $m^2 K/W$ )

La resistencia térmica total de un componente constructivo se calcula:

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{Se}$$

Siendo:

-  $R_1, R_2, \dots, R_n$ : Las resistencias térmicas de cada capa ( $m^2 K/W$ )

-  $R_{Si}, R_{Se}$ : Las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y al aire exterior. Dependen de la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio. ( $m^2 K/W$ )

**Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m<sup>2</sup>K/W**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente	0,04	0,17

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

- e: el espesor de la capa (m).
- λ: la conductividad térmica del material que compone la capa (W / mK), tomada de la norma UNE EN ISO 10 456:2001.

#### - Particiones interiores:

La transmitancia térmica U viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p b$$

- U<sub>p</sub>: la transmitancia térmica en la partición interior.
- b: el coeficiente de reducción de temperatura (Obtenido del CTE)



Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

$A_{ul}/A_{um}$	No aislado <sub>ue</sub> -Aislado <sub>ui</sub>		No aislado <sub>ue</sub> -No aislado <sub>ui</sub>		Aislado <sub>ue</sub> -No aislado <sub>ui</sub>	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤ 0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤ 0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤ 1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤ 1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤ 2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤ 2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤ 3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

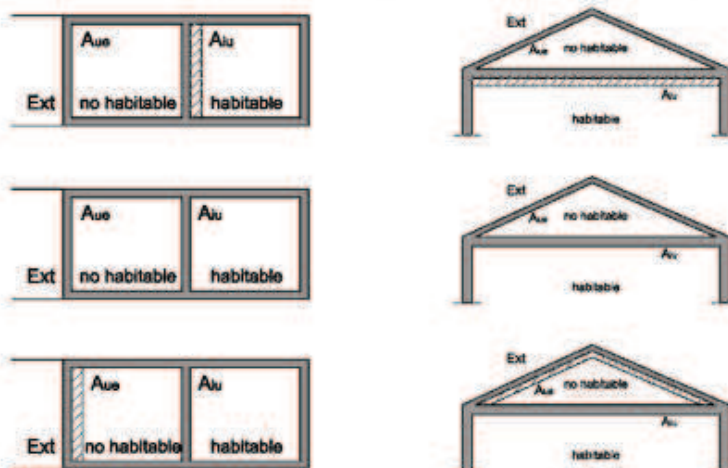


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

Ahora que sabemos cómo calcular el coeficiente de transmitancia térmica (U) de un elemento, vamos a calcular dicho valor para cada uno de los sistemas que componen la instalación, compuesta por sistemas envolventes al edificio y los elementos de compartimentación interior.

## FACHADA EXTERIOR

	Listado de capas	e(cm)	$\lambda(W/m^2K)$	R(m <sup>2</sup> K/W)
1	Hormigón armado d>2500	10	2,5	0,04
2	Cámara de aire	3	0,167	0,18
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0.034 W/mK)	4,9	0,034	1,441
4	Aluminio	0,1	230	0
5	MW lana mineral (0.035 W/mK)	4,6	0,035	1,314
6	Aluminio	0,1	230	0
7	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5	0,25	0,06

$$R_{Si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} ; R_{Se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W};$$

$$R_T = R_{Si} + R_1 + R_2 + \dots + R_7 + R_{Se} = 3,295 \text{ m}^2\text{K/W}.$$

$$U_M = 1 / R_T = 0,312 \text{ W / m}^2\text{K}.$$

Obtenemos un valor de transmitancia térmica para la Fachada Exterior de  $0,312 \text{ W / m}^2\text{K}$ .

A través de herramientas de calculo informático, podemos calcular la transmitancia térmica de cada elemento de manera algo mas simplificada. Introduciendo en el programa el espesor (m) y conductividad termica ( $\text{W / m K}$ ) de cada capa que compone un elemento, obtenemos el valor de Transmitancia Térmica (U) del conjunto.

A continuación se detallan todos los sistemas envolventes y compartimentales, que componen el edificio con su correspondiente cálculo de cargas térmicas obtenido.

### SISTEMA ENVOLVENTE

- Fachada exterior:

	Listado de capas	e(cm)
1	Hormigón armado $d > 2500$	10
2	Cámara de aire	3
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 ( $0.034 \text{ W/mK}$ )	4,9
4	Aluminio	0,1
5	MW lana mineral ( $0.035 \text{ W/mK}$ )	4,6
6	Aluminio	0,1
7	Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$	1,5

$$U_M = 0,312 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Pared interior:

	Listado de capas	e(cm)
1	Placa de yeso laminado [PYL] $750 < d < 900$	1,5
2	MW lana mineral ( $0.035 \text{ W/mK}$ )	4
3	Bloque de hormigón convencional	20

$$U_M = 0,59 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Cubierta transitable de las oficinas:

	Listado de capas	e(cm)
1	Plaqueta o baldosa cerámica	1
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1250 < d < 1450$	4
3	XPS Expandido con dióxido de carbono CO <sub>2</sub> (0.034 W/mK)	6
4	Betún fieltro o lámina	1
5	Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	5
6	Forjado unidireccional (Elemento resistente)	30
7	Cámara de aire sin ventilar	10
8	Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$	1,5

$$U_C = 0,349 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Forjado entreplanta:

	Listado de capas	e(cm)
1	Froncosa de peso medio $565 < d < 750$	1,8
2	Hormigón con arcilla expandida como árido principal d 1400	7
3	FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm	30
4	Poliestireno expandido	4
5	Cámara de aire sin ventilar	10
6	Placa de yeso o escayola $750 < d < 900$	1,5

$$U_S = 0,47 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Huecos verticales:

-Ventanas ALUCAN AL-29 de 1,5 m x 1,2 m con cristal revestido

$$U_{H,v} = 1,7 \text{ W / m}^2\text{K} \text{ (según catálogo fabricante)}$$

$$FM \leq 32,8$$

$$U_H = 3,0 \text{ W / m}^2$$

- Factor solar modificado de huecos:

El factor solar modificado de huecos FH se determina mediante la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1 - FM) g_{\perp} + FM \cdot 0.04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

- $F_s$  el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.15. En caso que no se justifique adecuadamente se debe considerar la unidad.
- $F_M$  la fracción del hueco ocupada por el marco.
- $g_{\text{semitransparente}}$  el factor solar de la parte semitransparente del hueco.
- $U_m$  la transmitancia térmica del marco del hueco.
- $\alpha$  absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 :

**Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar  $\alpha$**

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Sustituyendo en la ecuación:

$$F = 1 \cdot [(1 - 0.328)0.52 + 0.328 \cdot 0.04 \cdot 2.4 \cdot 0.3] = 0.35$$

## SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

- Particiones interiores:

	Listado de capas	e(cm)
1	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5
2	MW lana mineral (0.035 W/mK)	4,6
3	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	1,5

$$U = 0,59 \text{ W / m}^2\text{K}$$

- Huecos verticales interiores:

Puerta MZ Thermo TPS 011, marca Hormann.

$$U_H = 1,3 \text{ W / m}^2\text{K} \text{ (según catálogo fabricante).}$$

## 1.5. EXIGENCIA BÁSICA HE 1: LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

### FICHAS JUSTIFICATIVAS

#### FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

<b>ZONA</b>	
<b>CLIMÁTICA</b>	D1

MUROS ZONA VESTUARIOS (U <sub>Mm</sub> ) y (U <sub>Tm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N	Fachada exterior	90,2	0,312	28,1112	ΣA= 90,1
				0	ΣA·U= 28,11
				0	U <sub>Mm</sub> =ΣA·U/ΣA= 0,31
O	Pared interior	19,17	0,64	12,26880	ΣA= 19,17
				0	ΣA·U= 12,26
				0	U <sub>Mm</sub> =ΣA·U/ΣA= 0,64
SE	Pared interior	19,17	0,64	12,268	ΣA= 19,17
				0	ΣA·U= 12,27
				0	U <sub>Mm</sub> =ΣA·U/ΣA= 0,64
SO	Pared interior	91,9	0,64	58,81	ΣA= 91,9
				0	ΣA·U= 58,82
				0	U <sub>Mm</sub> =ΣA·U/ΣA= 0,64



MUROS ZONA OFICINAS ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A · U (W/°K)	Resultados	
Z	fachada exterior	5,2	0,312	1,6224	$\Sigma A =$	5,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	1,62
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
O	Pared interior	190,8	0,64	122,112	$\Sigma A =$	190,8
				0	$\Sigma A \cdot U =$	122,11
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,64
SE	fachada exterior	169,2	0,312	52,79	$\Sigma A =$	169,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	52,79
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31
SO	fachada exterior	5,2	0,312	1,6224	$\Sigma A =$	5,2
				0	$\Sigma A \cdot U =$	1,6224
				0	$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,31

SUELOS ( $U_{Sm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A · U (W/°K)	Resultados	
Suelo entreplanta		489	0,47	229,83	$\Sigma A =$	489
					$\Sigma A \cdot U =$	229,83
					$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,47

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS ( $U_{Cm}$ y $F_{Lm}$ )						
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A · U (W/°K)	Resultados	
cubierta transitable oficinas		489	0,349	170,661	$\Sigma A =$	489
					$\Sigma A \cdot U =$	170,66
					$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,35



<b>% de huecos VESTUARIOS</b>	<b>2,4</b>
-----------------------------------	------------

		<b>HUECOS (U<sub>Hm</sub> y F<sub>Hm</sub>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup> °K)</b>		<b>A·U (W/°K)</b>		<b>Resultados</b>
N	ventanas	3,6	3		10,8		ΣA= 3,6
							ΣA·U= 10,8
							U <sub>Hm</sub> =ΣA·U/ΣA= 1,7
O	<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U</b>	<b>F</b>	<b>A·U</b>	<b>A·F (m<sup>2</sup>)</b>	ΣA=
							ΣA·U=
							ΣA·F=
							U <sub>Hm</sub> =ΣA·U/ΣA=
							F <sub>Hm</sub> =ΣA·F/ΣA=
SE							ΣA=
							ΣA·U=
							ΣA·F=
							U <sub>Hm</sub> =ΣA·U/ΣA=
							F <sub>Hm</sub> =ΣA·F/ΣA=
SO	ventanas	1,8	3	0,35	5,4	0,63	ΣA= 1,8
							ΣA·U= 5,4
							ΣA·F= 0,63
							U <sub>Hm</sub> =ΣA·U/ΣA= 3
							F <sub>Hm</sub> =ΣA·F/ΣA= 0,35



% de huecos	OFICINAS	8,5
-------------	----------	-----

		HUECOS ( $U_{Hm}$ y $F_{Hm}$ )							
		Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)		A·U (W/°K)		Resultados	
N	ventanas		1,8	3		5,4		$\Sigma A =$	1,8
								$\Sigma A \cdot U =$	5,4
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
O	Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A·U	A·F(m <sup>2</sup> )	$\Sigma A =$	5,7
	puerta		2,1	1,2		2,52		$\Sigma A \cdot U =$	13,32
	ventanas		3,6	3	0,35	10,8	1,26	$\Sigma A \cdot F =$	1,26
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	2,34
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35
SE	ventanas		25,2	3	0,35	75,6	8,82	$\Sigma A =$	25,2
								$\Sigma A \cdot U =$	75,6
								$\Sigma A \cdot F =$	8,82
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35
SO	puerta		1,8	3	0,35	5,4		$\Sigma A =$	1,8
								$\Sigma A \cdot U =$	5,4
								$\Sigma A \cdot F =$	0,63
								$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	3
								$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$	0,35



**FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética**

<b>ZONA CLIMÁTICA</b>	<b>D1</b>
-----------------------	-----------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max\text{proy}}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,312	} < 0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,64	} < 0,64
Suelos	0,47	
Cubiertas	0,349	} < 0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	1,7	
Marcos de huecos y lucernarios		} < 3,5
Medianerías		
		< 1

Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>	0,59	$\leq$ 1,2 W/m <sup>2</sup> K
--	------	-------------------------------

MUROS DE FACHADA VESTUARIOS/OFIGINAS		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,31/0,31	} < 0,66
E	0/0	
O	0,64/0,64	
S	0/0	
SE	0,64/0,31	
SO	0,64/0,31	

SUELOS
$U_{Sm}^{(4)} \leq U_{Slim}^{(5)}$
0,47 ≤ 0,49

CUBIERTAS
$U_{Cm}^{(4)} \leq U_{Clim}^{(5)}$
0,35 ≤ 0,38

HUECOS Y LUCERNARIOS VESTUARIOS				
	$U_{Hm}^{(4)}$		$U_{Hlim}^{(5)}$	
N	1,7	$\leq$	3,5	
E	0,00	$\leq$	3,5	
O	0,00			
S	0,00	$<$	3,5	
SE	0,00	$\leq$	3,5	
SO	3			

HUECOS Y LUCERNARIOS OFICINAS				
	$U_{Hm}^{(4)}$		$U_{Hlim}^{(5)}$	
N	3	$\leq$	3,5	
E	0,00	$\leq$	3,5	
O	2,34			
S	0,00	$<$	3,5	
SE	3	$\leq$	3,5	
SO	3			

## 1.6 CONDENSACIONES

### 1.6.1. CONDENSACIONES SUPERFICIALES.

La comprobación de las condensaciones se basa en la comparación del factor de temperatura de la superficie inferior ( $f_{Rsi}$ ) y el factor de temperatura de la superficie interior mínimo ( $f_{Rs \min}$ ) de cada cerramiento, partición interior o puente térmico.

$f_{Rs \min}$  Se obtiene en la tabla 3.2. Del CTE.

Para la zona climática en la que nos situamos, zona D1, con clase de higrometría 3 o inferior:

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{Rsi, \min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0.50	0.52	0.56	0.61	0.64

$$f_{Rs \min} = 0,61$$

$f_{Rsi}$  se obtiene de la siguiente forma:

$$f_{Rsi} = 1 - U * 0,25$$



Siendo  $U$  la transmitancia térmica de cada cerramiento, partición interior o puente térmico ( $W / m^2 K$ ).

Debe cumplir:  $f_{Rsi} > f_{Rs \min}$

#### Condensaciones exteriores:

- Temperatura exterior (mínima): 4,5 °C (enero).
- Humedad exterior: 80%.

#### Condensaciones interiores:

- Temperatura interior: 21 °C
- Humedad relativa interior: 55%.

### 1.6.2. CONDENSACIONES INTERSTICIALES

El procedimiento se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor que existe en cada punto intermedio de un cerramiento. Estas presiones deberán ser inferiores a la presión de vapor de saturación.

Para cada cerramiento se calculará:

#### **1º) Distribución de $t^a$ .**

##### **- $T^a$ superficial exterior:**

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_t} (\theta_i - \theta_e)$$

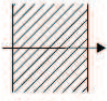
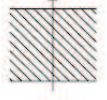
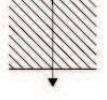
Donde:

$\theta_e$  :  $T^a$  exterior localidad según tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmed	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
HRmed	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79

- $R_{se}$  : Resistencia térmica superficial exterior según CTE.
- $R_t$  : Resistencia térmica total del componente, calculado en el apartado 1.
- $\theta_i = 21^\circ C$ ,  $T^a$  interior, según RITE.

**Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m<sup>2</sup>K/W**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

- Cálculo de las T<sup>a</sup> en cada una de las capas:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

$\theta_n$ : T<sup>a</sup> en cada capa (°C).

$R_n$ : Resistencia térmica en cada capa.

- Cálculo de la T<sup>a</sup> superficial interior:

$$\theta_{SI} = \theta_n + \frac{R_{SI}}{R_t}(\theta_i - \theta_e)$$

$R_{SI}$ : Resistencia térmica superficial interior según CTE.

2º) Distribución presión de vapor.

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}}(P_i - P_e)$$

Donde:

$$S_{dn} = e_n \cdot u_n$$

$u_n$ : Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa, se encuentra en UNE-EN ISO 10456-2012

$e_n$ : Espesor capa (m).

$P_n$  : Presión de vapor de cada capa (Pa).

$P_i$ : Presión vapor del aire interior (Pa).

$P_e$ : Presión vapor del aire exterior (Pa).

Estas presiones se calculan según la fórmula propuesta a continuación:

$$P_e = \phi_e * P_{sat}(\theta_e) = 0.8 \cdot 841.9 = 673.52 \text{ Pa}$$

$$P_i = \phi_i * P_{sat}(\theta_i) = 0.55 \cdot 2336.95 = 1285.32 \text{ Pa}$$

Donde:

$\phi_i = 0.55$  (RITE) Humedad relativa interior

$\phi_e = 0.8$  (tabla) Humedad relativa exterior.

A continuación la Presión de saturación para cada  $t^a$ .

$$P_{sat}(\theta) = 610.5 e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}}$$

$$P_{sat}(21) = 2336.95$$

$$P_{sat}(4.5) = 841.9$$

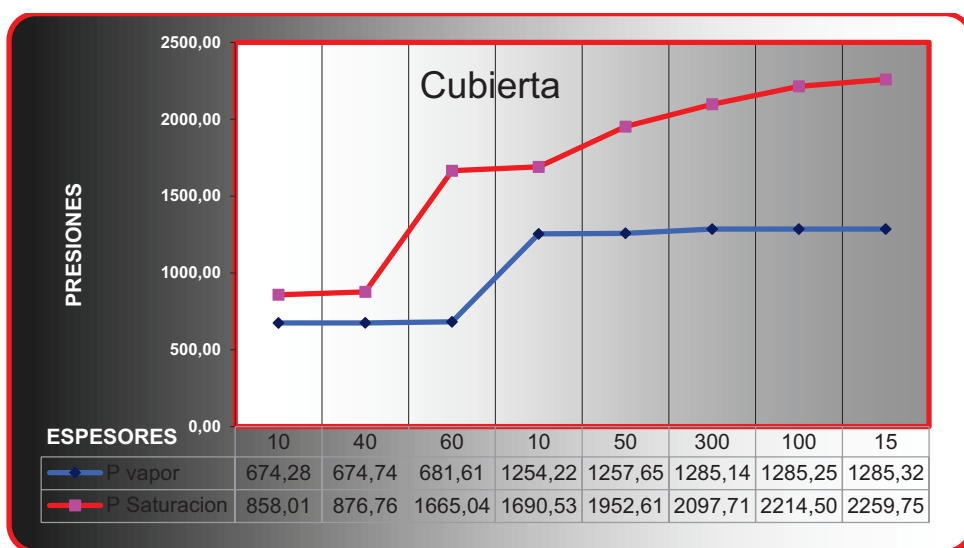
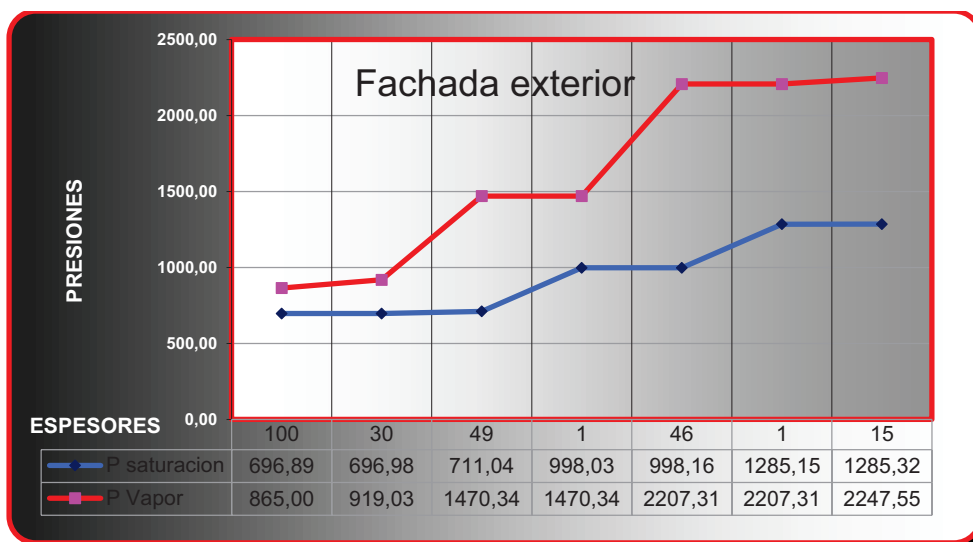
Debe cumplir:  $P_{sat}(\theta_n) > P_n$

### FICHA 3: CONFORMIDAD- Condensaciones

#### Condensaciones superficiales

CERRAMIENTO, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS											
Tipos	C. Superficiales		C. Intersticiales								
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8
FACHADA EXTERIOR	$f_{Rsi}$	0,992	$P_{sat,n}$	865,002	919,035	1470,34	1470,34	2207,31	2207,31	2247,55	
	$f_{Rmin}$	0,6185	$P_n$	696,894	696,98	711,042	998,031	998,163	1285,15	1285,32	
CUBIERTA OFICINAS	$f_{Rsi}$	0,9126	$P_{sat,n}$	858,014	876,761	1665,04	1690,53	1952,61	2097,71	2214,5	2259,75
	$f_{Rmin}$	0,6185	$P_n$	674,278	674,736	681,607	1254,22	1257,65	1285,14	1285,25	1285,32
	$f_{Rsi}$		$P_{sat,n}$								
	$f_{Rmin}$		$P_n$								
		CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Según el punto 6 del artículo 3.2.3.1 del DB HE1, están exentos de la comprobación aquellas particiones interiores que linden con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua, por lo que no incluiremos el forjado de la entreplanta ni la pared interior en este calculo.



## 2. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

### 2.1. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar la evaluación del calor que tiene que ser proporcionado por la caldera y el conjunto de la instalación de calefacción a toda la vivienda, habrán de establecerse en primer lugar las condiciones ambientales tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las viviendas.

La temperatura ambiente interior a obtener en los diferentes habitáculos de las viviendas será de 21°C.

Se ha tomado una humedad relativa interior:  $H_R$  (Interior) = 55 %

La temperatura exterior:  $T_e$  = 4,5 °C

La humedad relativa exterior:  $H_R$  (Exterior) = 80%

La temperatura de los locales no calefactados: 17°C.

No se han tenido en cuenta las aportaciones internas debidas a las personas ni al alumbrado.

### 2.2. DEMANDA CALORÍFICA DEL EDIFICIO

Si se quiere calefactar un edificio se necesita conocer las pérdidas caloríficas que se producen en cada habitáculo del edificio para que se puedan elegir los emisores que calienten dicho habitáculo.

Estas pérdidas de calor son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los cerramientos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular y como por las renovaciones de aire. Por último, habrá que aplicar un factor corrector debido a características propias como; orientación e intermitencia.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objetivo constante viene dada por la siguiente fórmula.



$$Q_0 = Q_T + Q_R + Q_S$$

Donde:

$Q_0$  = Demanda calorífica total en  $kW$

$Q_T$  = Pérdidas de calor por transmisión, en  $kW$ .

$Q_R$  = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en  $kW$ .

$Q_S$  = Pérdidas de calor por Suplementos por orientación, en  $kW$ .

### 2.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas de calor por transmisión, son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local calefactado objeto del cálculo y el exterior, o bien entre el local calefactado y otro no calefactado.

Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = f \sum [U.S.(t_i - t_e)]$$

Donde:

$Q_T$  = Pérdidas de calor por transmisión, en  $kW$ .

U = Coeficiente de transmisión térmica (en  $W / m^2 K$ ) de los diferentes cerramientos, los cuales fueron ya calculados.



$S$  = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.

$t_i$  = Temperatura interior del local, en °C.

$t_e$  = Temperatura exterior, en °C.

$f$  = Factor f de corrección de temperaturas según la norma UNE-EN 12831

**Tabla D.11**  
**Factor de corrección de la temperatura,  $f_k$ , por el método de cálculo simplificado**

Pérdida térmica:	$f_k$	Observaciones
directamente al exterior	1,00	si los puentes térmicos están aislados
	1,40	si los puentes térmicos no están aislados
	1,00	para ventanas, puertas
hacia un espacio no calentado	0,80	si los puentes térmicos están aislados
	1,12	si los puentes térmicos no están aislados
hacia el terreno	0,3	si los puentes térmicos están aislados
	0,42	si los puentes térmicos no están aislados
hacia el espacio del tejado	0,90	si los puentes térmicos están aislados
	1,26	si los puentes térmicos no están aislados
suelo suspendido	0,90	si los puentes térmicos están aislados
	1,26	si los puentes térmicos no están aislados
hacia un edificio adyacente	0,50	si los puentes térmicos están aislados
	0,70	si los puentes térmicos no están aislados
hacia un edificio colectivo adyacente	0,30	si los puentes térmicos están aislados
	0,42	si los puentes térmicos no están aislados

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que separan este con el exterior o locales no calefactados.

### 2.2.2.- CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Las pérdidas por renovación constituyen la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura del aire procedente del exterior, de tal forma que este alcance la temperatura del habitáculo. Estas pérdidas son producidas principalmente por las infiltraciones de aire a través de puertas y ventanas.

Su valor viene determinado por la expresión siguiente:

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t$$

Donde:

$Q_R$  = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en  $kW$ .

$V$  = Volumen del habitáculo, en  $m^3$ . Su valor se dará en los sucesivos cuadros de cálculo.

$C_e$  = Calor específico del aire,  $0.24 \text{ K}_{cal}/\text{K}_g \text{ } ^\circ\text{C} \cong 1 \text{ kJ} / \text{kg } ^\circ\text{C}$

$p_e$  = Peso específico de aire seco,  $1.24 \text{ K}_g/m^3$ .

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del local, en  $^\circ\text{C}$ .

$n$  = N° de renovaciones de aire por hora. Su valor se detallará a continuación. Estos valores son tomados de la norma UNE-EN 12831:2003 que regula los sistemas de calefacción en edificios:

Tipo habitáculo	Renovaciones/hora
Despacho estándar	1.5
Despacho grande	0.5
Vestuarios	1.5
Aseos	1.5
Sala multiusos	0.5
Sala reuniones	0.5
Pasillo	1

Según indica el R.I.T.E en su I.T. 1.2.4.5, como el caudal de aire expulsado es mayor que  $0,5 \text{ m}^3/\text{seg}$ , se instalara un aparato para la recuperación del calor del aire de extracción. Para hallar la eficiencia de recuperación del calor del aire necesaria mediante el sistema rotativo entalpico que se instalará, se realizaran los siguientes cálculos:

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior ( $\text{m}^3/\text{s}$ )									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		>12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
$\leq 2.000$	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
$> 2.000...4.000$	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
$> 4.000...6.000$	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
$> 6.000$	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

## 2.2.3. – CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SUPLEMENTOS.

### 2.2.3.1. Suplemento por orientación

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación. En los muros de separación con otros locales o en los cerramientos no verticales no se tiene en cuenta. Habitualmente se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

Orientación	Porcentaje aumento potencia (%)
Norte	15
Sur	0
Este	10
Oeste	5

### 2.2.3.2. Suplemento por intermitencia de funcionamiento y factor seguridad

Para este edificio, se ha previsto un suplemento de potencia global de la instalación por intermitencia de funcionamiento del 10 %. que se sumará sobre el cómputo global de pérdidas caloríficas. Así mismo habrá también un factor de seguridad del 10%.

## 2.3. - NECESIDADES CALORÍFICAS

A continuación se muestran los cálculos de la demanda calorífica de los habitáculos a calefactar en el edificio. Para su cálculo se han utilizado las ecuaciones anteriormente explicadas:

### 2.3.1 CARGAS ZONA VESTUARIOS

Vestuario hombres

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
Suelo	64,5	0,47	4	0,9	1	109,13
Techo	64,5	0,35	16,5	0,9	1	335,24
Pared interior	33,5	0,59	4	0,8	1	63,248

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 1484$$

$$n=1,5$$

$$V=174,15 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 507,62$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 1484$$

$$1991,62$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 398,32$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad Q_o \text{ (W)} = 2389,94$$

## Vestuario mujeres

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
Suelo	43	0,47	4	0,9	1	72,756
Techo	43	0,35	16,5	0,9	1	223,4925
Pared interior	22,7	0,59	4	0,8	1	42,8576

Perdidas por renovacion

Q<sub>T</sub> total (W) = 339,11

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 989,7$$

$$+ Q_R (W) = 989,7$$

$$n=1,5$$

$$1328,81$$

$$V=116,15 \text{ m}^3$$

$$+ Q_s (20\%) = 265,76$$

$$Q_o (W) = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o (W) = 1594,57$$

## Pasillo

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	30	0,35	16,5	0,9	1	155,93
suelo	30	0,47	4	0,9	1	50,76
pared fachada	56,15	0,312	16,5	1	1,15	332,42
ventanas	3,6	3	16,5	1	1,15	204,93

Perdidas por renovacion

Q<sub>T</sub> total (W) = 744,03

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 460$$

$$+ Q_R (W) = 460$$

$$n=1$$

$$1204,03$$

$$V=81 \text{ m}^3$$

$$+ Q_s (20\%) = 240,81$$

$$Q_o (W) = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o (W) = 1444,84$$

## Comedor

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	57	0,35	16,5	0,9	1	296,26
suelo	57	0,47	4	0,9	1	96,44
pared fahada	20,35	0,312	16,5	1	1,15	120,48
pared interior	39,5	0,59	4	0,8	1	74,58
ventana exterior	1,8	3	16,5	1	1,15	102,47
ventana interior	1,8	3	4	1	1	21,6

Perdidas por renovacion

Q<sub>T</sub> total (W) = 711,82

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 437,3$$

$$+ Q_R (W) = 437,3$$

$$n=0,5$$

$$1149,12$$

$$V=153,9 \text{ m}^3$$

$$+ Q_s (20\%) = 229,82$$

$$Q_o (W) = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o (W) = 1378,94$$

## Sala multiusos

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	19	0,35	16,5	0,9	1	98,7525
suelo	19	0,47	4	0,9	1	32,148
pared interior	19,45	0,59	4	0,8	1	36,7216

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = \mathbf{291,5}$$

$$n=1$$

$$V=51,3 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 167,62$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 291,5$$

$$459,12$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 91,82$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$\mathbf{Q_o \text{ (W)} = 550,95}$$

## 2.3.2 CARGAS ZONA OFICINAS

### Sala juntas

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	29	0,35	16,5	0,9	1	150,73
suelo	29	0,47	4	0,9	1	49,07
pared fachada	11,1	0,312	16,5	1	1,1	62,86
pared fachada	19,2	0,312	16,5	1	1,15	113,67
pared interior	11,1	0,59	4	0,8	1	20,96
ventana exterior	1,8	3	16,5	1	1,15	102,47
ventana exterior	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = \mathbf{222,5}$$

$$n=0,5$$

$$V=78,3 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 597,75$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 222,5$$

$$820,25$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 164,05$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$\mathbf{Q_o \text{ (W)} = 984,30}$$

## Despacho jefe

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	22,4	0,35	16,5	0,9	1	116,42
suelo	22,4	0,47	4	0,9	1	37,90
pared fachada	9	0,312	16,5	1	1,1	50,97
ventanas	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 171,85$$

$$n=0,5$$

$$V=60,48 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 303,30$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 171,85$$

$$475,15$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 95,03$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 570,18$$

## Pasillo 1

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	36,15	0,35	16,5	0,9	1	187,89
ventana	1,8	3	4	1	1	21,60
suelo	36,15	0,47	4	0,9	1	61,17
pared interior	65,1	0,59	4	0,8	1	122,91

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 554,7$$

$$n=1$$

$$V=97,6 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 393,56$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 554,7$$

$$948,26$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 189,65$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 1137,92$$

## Despachos estandar

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	22,4	0,35	16,5	0,9	1	116,42
suelo	22,4	0,47	4	0,9	1	37,90
pared fachada	9	0,312	16,5	1	1,1	50,97
ventanas	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 515,5$$

$$n=1,5$$

$$V=60,48 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 303,30$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 515,5$$

$$818,80$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 163,76$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 982,56$$



## Sala reuniones

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	42,5	0,35	16,5	0,9	1	220,89
suelo	42,5	0,47	4	0,9	1	71,91
pared fachada	16,92	0,312	16,5	1	1,1	95,81
ventanas	3,6	3	16,5	1	1,1	196,02

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 326,1$$

$$n=1,5$$

$$V=114,75 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 584,64$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 326,1$$

$$910,74$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 182,15$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 1092,89$$

## Despacho grande

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	22,4	0,35	16,5	0,9	1	116,42
suelo	22,4	0,47	4	0,9	1	37,90
pared fachada	9	0,312	16,5	1	1,1	50,97
ventanas	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 171,85$$

$$n=0,5$$

$$V=60,48 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 303,30$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 171,85$$

$$475,15$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 95,03$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 570,18$$

## Pasillo 2

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	41,4	0,35	16,5	0,9	1	215,18
suelo	41,4	0,47	4	0,9	1	70,05
ventana	1,8	3	4	1	1	21,60
pared interior	72,72	0,59	4	0,8	1	137,30

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 635,25$$

$$n=1$$

$$V=97,6 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 444,12$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 635,25$$

$$1079,37$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 215,87$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s \quad \quad \quad Q_o \text{ (W)} = 1295,24$$



## Area descanso

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	19,5	0,35	16,5	0,9	1	101,35
suelo	19,5	0,47	4	0,9	1	32,99
pared fachada	11,1	0,312	16,5	1	1,1	62,86
pared fachada	19,2	0,312	16,5	1	1	98,84
pared interior	11,1	0,59	4	0,8	1	20,96
ventana exterior	1,8	3	16,5	1	1	89,10
ventana exterior	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 149,6$$

$$n=0,5$$

$$V=52,65 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 504,11$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 149,6$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 130,74$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o \text{ (W)} = 784,45$$

## Recepcion/Sala espera

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	35,5	0,35	16,5	0,9	1	184,51
pared interior	49,7	0,59	4	0,8	1	93,83
suelo	35,5	0,47	4	0,9	1	60,07
pared fachada	3,6	0,312	16,5	1	1,1	20,39
ventanas	1,8	3	16,5	1	1,1	98,01

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 272,35$$

$$n=0,5$$

$$V=60,48 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 456,81$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 272,35$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 145,83$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o \text{ (W)} = 874,99$$

## Reprografia/ Material oficina

Cerramiento	S(m <sup>2</sup> )	U( W/m <sup>2</sup> °C)	ΔT(°C)	f	C <sub>o</sub>	Q <sub>t</sub> (W)
techo	18	0,35	16,5	0,9	1	93,56
pared interior	29,7	0,59	4	0,8	1	56,07
suelo	18	0,47	4	0,9	1	30,46

Perdidas por renovacion

$$Q_R = V \cdot C_e \cdot p_e \cdot n \cdot \Delta t = V \cdot 1,24 \cdot n \cdot \Delta t = 138,1$$

$$n=0,5$$

$$V=48,6 \text{ m}^3$$

$$Q_T \text{ total (W)} = 180,08$$

$$+ Q_R \text{ (W)} = 138,1$$

$$+ Q_s \text{ (20\%)} = 63,64$$

$$Q_o \text{ (W)} = Q_T + Q_R + Q_s$$

$$Q_o \text{ (W)} = 381,82$$

## 2.4. ELECCIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR

### 2.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Una vez conocidas las necesidades caloríficas de cada habitáculo, se continuará con el cálculo de las dimensiones y características de los emisores que aportarán el calor necesario para ello.

Los emisores irán sujetos por soportes y no estarán alojados en ninguna cavidad, por lo que su factor de corrección será 1. Es por ello que la carga calorífica corregida será, en todos los casos, igual a la calculada.

Se calculará el número de elementos que compondrá cada conjunto de emisores. Se va a realizar para un salto térmico de 60°C.

Para la realización del proyecto se ha optado por radiadores FERROLI de aluminio,. El modelo escogido es el **XIAN 600 N** de la marca **FERROLI**, con una potencia de:

$$105,7 \text{ Kcal/h} = 122,9 \text{ W}$$

Por último se calcula la potencia final ofrecida por el modelo de emisor elegido en base al número de elementos resultantes del cálculo y de la potencia calorífica final de cada elemento de dicho modelo.

### 2.4.2. CÁLCULO DE LOS EMISORES A INSTALAR

Una vez conocida la carga térmica de cada uno de los habitáculos de cada planta, se procede al dimensionado de los radiadores. Para ello se presentan las siguientes condiciones de trabajo:



$t_e$  : Temperatura de entrada de fluido calefactor al radiador = 90 °C

$t_s$  : Temperatura de salida de fluido calefactor al radiador = 70 °C

$t_m$ : Temperatura media del radiador  $= (90 + 70)/2 = 80$  °C

$t_a$  : Temperatura ambiente = 21 °C

La diferencia entre la temperatura de entrada y salida para una determinada temperatura ambiente es característica fundamental en el cálculo del salto térmico  $\Delta t$  de un radiador, ya que en función de este salto se dimensionará el radiador.

- Cuando  $\Delta t_s / \Delta t_e \geq 0.7$  el salto térmico se determina mediante la media aritmética.

$$\Delta t = t_m - t_a$$

- Cuando  $\Delta t_s / \Delta t_e < 0.7$  el salto térmico se determina mediante la media logarítmica.

$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

Donde

$$\Delta t_s = t_s - t_a$$

$$\Delta t_e = t_e - t_a$$

En nuestro caso,

$$\frac{70 - 21}{90 - 21} = 0.71 > 0.7 \Rightarrow \Delta t = 80 - 20 = 60 \text{ °C}$$

**NUMERO CALEFACTORES ZONA VESTUARIOS**

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Redondeo	Potencia(W)
Vestuarios hombres	2389,94	15,30	16	2499,2
Vestuarios mujeres	1594,57	10,21	11	1718,2
Comedor	1378,94	8,83	9	1405,8
Pasillo	1444,84	9,25	10	1562
Sala multiusos	550,95	3,53	4	624,8

**Potencia total: 7620 W****NUMERO CALEFACTORES ZONA OFICINAS**

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Redondeo	Potencia(W)
Sala juntas	984,30	6,30	7	1093,4
Despacho jefe	570,18	3,65	4	624,8
Pasillo 1	1137,92	7,29	8	1249,6
Despacho estandar	982,56	6,29	7	1093,4
5 despachos				4373,6
Sala reuniones	1092,89	7,00	7	1093,4
Despacho grande	570,18	3,65	4	624,8
4 despachos				1874,4
Pasillo 2	1295,24	8,29	9	1405,8
Area descanso	784,45	5,02	6	937,2
Recepcion/ sala de espera	874,99	5,60	6	937,2
Material oficina/ reprografía	381,82	2,44	3	468,6

**Potencia total: 15776 W**

## 2.5. CÁLCULO DE LA RED DISTRIBUCIÓN

### 2.5.1. CAUDAL MÁSIKO

Para dimensionar las tuberías necesitamos saber el caudal de circulación. Para conocer el caudal que circula en las tuberías que llegan al radiador lo tenemos que aplicar a cada radiador la siguiente expresión:

$$q = \frac{Q}{C_e \cdot C_p \cdot \Delta t \cdot 3600} \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Siendo:

Q= potencia emisor \* número elementos

$\Delta t = 20$  K

Para el resto de tuberías será la suma de los caudales de los radiadores a los que debe transportar el agua caliente.

### CAUDAL RADIADORES VESTUARIOS:

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Redondeo	Potencia(W)
Vestuarios hombres	2389,94	15,30	16	2499,2
Vestuarios mujeres	1594,57	10,21	11	1718,2
Comedor	1378,94	8,83	9	1405,8
Pasillo	1444,84	9,25	10	1562
Sala multiusos	550,95	3,53	4	624,8
				<b>7810</b>

**CAUDAL RADIADORES OFICINAS:**

LOCAL	Total pérdidas(W)	Nº elementos	Redondeo	Potencia(W)
Sala juntas	984,30	6,30	7	1093,4
Despacho jefe	570,18	3,65	4	624,8
Pasillo 1	1137,92	7,29	8	1249,6
Despacho estandar	982,56	6,29	7	1093,4
6 despachos				4373,6
Sala reuniones	1092,89	7,00	7	1093,4
Despacho grande	570,18	3,65	4	624,8
4 despachos				1874,4
Pasillo 2	1295,24	8,29	9	1405,8
Area descanso	784,45	5,02	6	937,2
Recepcion/ sala de espera	874,99	5,60	6	937,2
Material oficina/ reprografía	381,82	2,44	3	468,6
				<b>15776,2</b>

**2.5.2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS**

Para hallar el diámetro se aplica la siguiente ecuación:

$$\frac{q}{v} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

En esta expresión se introduce una velocidad de diseño de 0,6 m/s ya que la norma nos dice que la velocidad del agua que circula en las tuberías debe estar entre 0,3 y 1,5 m/s. En función del caudal de los diferentes emisores, hallamos el valor del diámetro. A partir de ahí, buscamos el valor normalizado y obtenemos la velocidad real de circulación. Para determinar el tamaño del tubo que mas se ajusta a las características se ha guiado mediante la siguiente tabla:

---

Polibutileno:

DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR	ESPECIFICACIÓN
7,4	10	1,3	7,4/10
9,4	12	1,3	9,4/12
12,4	15	1,3	12,4/15
15,4	18	1,3	15,4/18
17,4	20	1,3	17,4/20
19,4	22	1,3	19,4/22
22	25	1,5	22/25
24,8	28	1,6	24,8/28
28,2	32	1,9	28,2/32
31	35	2	31/35
35,2	40	2,4	35,2/40
44	50	3	44/50

### DIAMETRO RADIADORES VESTUARIOS:

Local	Emisores			V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		Vreal (m/s)
	Modelo	nº emisores	Caudal emisor (l/h)					
Vestuario hombres	Ferrolli Xian 600N	1	110,199	0,6	0,007	PB 10	7,4	0,71
Vestuario mujeres	Ferrolli Xian 600N	1	75,7615	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,49
Comedor	Ferrolli Xian 600N	1	61,9867	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,40
Pasillo	Ferrolli Xian 600N	1	68,8741	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,44
Sala multiusos	Ferrolli Xian 600N	1	27,5496	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,18
TOTAL			344,37	0,6	0,012	PB 18	15,4	0,79

**DIAMETRO RADIADORES OFICINAS:**

Local	Emisores			Vdiseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		Vreal (m/s)
	Modelo	nº emisores	Caudal emisor (l/h)					
Sala juntas	Ferrolli Xian 600N	1	48,21	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,31
Despacho jefe	Ferrolli Xian 600N	1	27,55	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,18
Pasillo 1	Ferrolli Xian 600N	1	55,10	0,6	0,006	PB 10	7,4	0,36
Despacho estandar	Ferrolli Xian 600N	5	241,05	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,31
Sala reuniones	Ferrolli Xian 600N	1	48,21	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,31
Despacho grande	Ferrolli Xian 600N	4	110,2	0,6	0,004	PB 10	7,4	0,18
Pasillo 2	Ferrolli Xian 600N	1	61,99	0,6	0,006	PB 10	7,4	0,40
Area descanso	Ferrolli Xian 600N	1	41,32	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,27
Recepcion/ sala de espera	Ferrolli Xian 600N	1	41,32	0,6	0,005	PB 10	7,4	0,27
Material oficina/ reprografía	Ferrolli Xian 600N	1	20,66	0,6	0,003	PB 10	7,4	0,13
TOTAL			695,6	0,6	0,016	PB 20	17,4	0,49

La nave dispone de un montante que distribuye el fluido a las oficinas y los vestuarios:

	Caudal emisor (l/h)	V diseño (m/s)	Diámetro teórico (m)	DN (mm)		V real (m/s)
Salida caldera	1039,9	1	0,0192	PB 22	19,4	0,98
Oficinas	695,6	1	0,0157	PB 20	17,4	0,81
Vestuarios	344,37	1	0,0110	PB 15	12,4	0,79

Todas las tomas cumplen con lo dispuesto en la normativa sobre velocidades mínimas y máximas.



### 2.5.3. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS EN LAS TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

Las pérdidas se pueden clasificar en dos tipos: pérdidas primarias ó pérdidas en tramos rectos y pérdidas secundarias ó singulares.

#### 2.5.3.1. Pérdidas de carga en tramos rectos

Son las ocasionadas por el rozamiento del fluido en las paredes de los tramos rectos de tubería. Un buen diseño técnico en hidráulica es aquel que conjuga unas pérdidas menores a un costo de instalación menor. Esto requiere de un buen número de cálculos. Sin embargo, en el caso que nos ocupa, calefacción por agua caliente, existen innumerables ábacos y gráficos que ayudan y simplifican el cálculo. La expresión que nos determina estas pérdidas (Pa) es:

$$P_t = R \cdot L$$

Donde:

$$R = \frac{\Delta P}{L} = \text{Caída de presión por unidad de longitud (Pa/m)}.$$

L = Longitud de tramos rectos (m).

Con la gráfica para una temperatura media del agua de 80°C, y el caudal másico, se determina el diámetro de la tubería, teniendo en cuenta que no se debe sobrepasar la línea horizontal de caída de presión de 400 Pa/m (presión máxima autorizada en la actualidad). Una vez fijado el diámetro mínimo permitido, se puede calcular la caída de presión por unidad de longitud así como la velocidad, que será útil para el cálculo de las pérdidas singulares que se explican a continuación.

Es aconsejable no superar una velocidad máxima de 1,5m/s en los distribuidores.

A continuación el dimensionado de las tuberías (mm), la velocidad del fluido (m/seg) y las pérdidas (mmca) por longitud por tramos.

En el documento de planos se puede ver la distribución de las tuberías y la situación de cada nudo, y así comprender mejor los cálculos.

### **2.5.3.2. Pérdidas secundarias**

Estas pérdidas se deben a los elementos auxiliares pertenecientes al circuito de tuberías: codos, curvas, tes, válvulas...) que incrementan notablemente el valor de la energía disipada por el fluido.

Para el cálculo de las pérdidas secundarias hemos aplicado un 20% de la pérdida de carga debida a la tubería.

En las siguientes tablas se puede apreciar el cálculo de las perdidas en las tuberías así como los diámetros de las tuberías que llevan agua a los radiadores. Hacemos una tabla para la tubería de ida y otra para la de vuelta, en planta baja y en primera planta.

El valor de las perdidas de presión por metro (R) ha sido calculado mediante un simple programa informático al que introduciendo la velocidad del fluido y el diámetro de la tubería halla las pérdidas de carga. A continuación se van a comentar los siguientes elementos de la tabla:

- R (mmca/m) = Indica la perdida de presión en milímetros de columna de agua por metro.
- Pct (mmca) = Pérdidas de carga en tubería
- Pcac (mmca) = Pérdidas de carga de accesorios. Se estima el 20% de las pérdidas de carga en tubería
- Pc (mmca) = Perdidas de carga. Esta es la suma de las pérdidas de carga en tubería y en accesorios.
- Prad (mmca) = Pérdida radiador. Indica la suma total de las pérdidas de presión hasta dicho calefactor.

**PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS VESTUARIOS (IDA):**

TRAMO	Q (l/h)		Di (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Prad (mmcda)
1-2	68,87	PB 10	7,4	0,44	36,00	15,70	565,20	113,04	678,24	Pasillo	<b>1789,68</b>
2-3	61,99	PB 10	7,4	0,40	31,00	0,50	15,50	3,10	18,60	Comedor	1130,04
2-4	130,86	PB 12	9,4	0,52	30,00	16,35	490,50	98,10	588,60		
4-5	110,2	PB 10	7,4	0,71	87,00	1,00	87,00	17,40	104,40	Vestuario hombres	627,24
4-6	241,06	PB 15	12,4	0,55	29,00	10,00	290,00	58,00	348,00		
6-7	75,76	PB 10	7,4	0,49	45,00	1,00	45,00	9,00	54,00	Vestuario mujeres	228,84
6-8	316,82	PB 18	15,4	0,47	17,00	4,10	69,70	13,94	83,64		
8-9	27,55	PB 10	7,4	0,18	7,66	1,00	7,66	1,53	9,19	Sala multiusos	100,39
8-M	344,37	PB 18	15,4	0,51	20,00	3,80	76,00	15,20	91,20		

**PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS VESTUARIOS (VUELTA):**

TRAMO	Q (l/h)		Di (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Prad (mmcda)
1-2	27,55	PB 10	7,4	0,18	7,66	7,75	59,37	11,87	71,24	Sala multiusos	<b>1652,24</b>
2-3	75,76	PB 10	7,4	0,49	45,00	0,75	33,75	6,75	40,50	Vestuario mujeres	1621,50
2-4	103,31	PB 12	9,4	0,41	25,00	10,45	261,25	52,25	313,50		
4-5	110,2	PB 12	9,4	0,44	87,00	0,75	65,25	13,05	78,30	Vestuario hombres	1345,80
4-6	213,51	PB 15	12,4	0,49	27,00	15,85	427,95	85,59	513,54		
6-7	61,99	PB 10	7,4	0,40	31,00	0,75	23,25	4,65	27,90	Comedor	781,86
6-8	275,5	PB 18	15,4	0,41	13,00	15,35	199,55	39,91	239,46		
8-9	68,87	PB 10	7,4	0,44	38,00	0,75	28,50	5,70	34,20	Pasillo	548,70
8-M	344,37	PB 18	15,4	0,51	25,00	17,15	428,75	85,75	514,50		



### PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS OFICINAS (IDA):

TRAMO	Q (l/h)		Di (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Prad (mmcda)
1-2	55,10	PB 10	7,4	0,36	31,00	16,50	511,50	102,30	613,80	Pasillo 1	<b>4093,45</b>
2-3	41,32	PB 10	7,4	0,27	19,00	0,10	1,90	0,38	2,28	Recepcion/ sala de	3481,93
2-4	96,42	PB 10	7,4	0,62	81,00	7,00	567,00	113,40	680,40		
4-5	20,66	PB 10	7,4	0,13	5,77	0,10	0,58	0,12	0,69	Material oficina/ rep	2799,94
4-6	117,09	PB 12	9,4	0,47	37,00	16,50	610,50	122,10	732,60		
6-7	61,99	PB 10	7,4	0,40	38,00	0,10	3,80	0,76	4,56	Pasillo 2	2071,21
6-8	179,08	PB 15	12,4	0,41	9,20	22,90	210,68	42,14	252,82		
8-9	41,32	PB 10	7,4	0,27	19,00	0,10	1,90	0,38	2,28	Area descanso	1816,12
8-10	220,40	PB 15	12,4	0,51	16,65	3,40	56,61	11,32	67,93		
10-11	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	1748,78
10-12	268,61	PB 18	15,4	0,40	15,00	3,88	58,20	11,64	69,84		
12-13	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,10	0,94	0,19	1,13	Despacho grande	1677,19
12-14	296,16	PB 18	15,4	0,44	18,00	4,00	72,00	14,40	86,40		
14-15	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,10	0,94	0,19	1,13	Despacho grande	1590,79
14-16	323,71	PB 18	15,4	0,48	21,00	4,12	86,52	17,30	103,82		
16-17	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Sala reuniones	1488,72
16-18	371,92	PB 18	15,4	0,55	26,00	4,00	104,00	20,80	124,80		
18-19	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	1363,92
18-20	420,14	PB 20	17,4	0,49	18,00	4,00	72,00	14,40	86,40		
20-21	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	1277,52
20-22	468,35	PB 20	17,4	0,55	22,00	18,20	400,40	80,08	480,48		
22-23	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,10	0,94	0,19	1,13	Despacho grande	795,29
22-24	495,9	PB 20	17,4	0,58	25,00	4,12	103,00	20,60	123,60		
24-25	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	673,44
24-26	544,11	PB 22	19,4	0,51	17,00	4,00	68,00	13,60	81,60		
26-27	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,4	0,10	0,55	0,11	0,66	Despacho grande	589,62
26-28	571,66	PB22	19,4	0,57	19,00	4,00	76,00	15,2	91,20		
28-29	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	500,64
28-30	619,87	PB 22	19,4	0,58	22,00	4,00	88,00	17,60	105,60		
30-31	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Despacho estandar	395,04
30-32	668,08	PB 22	19,4	0,63	25,00	3,88	97,00	19,40	116,40		
32-33	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,10	0,94	0,19	1,13	Despacho jefe	276,89
32-34	695,63	PB 25	22	0,51	15,00	4,12	61,80	12,36	74,16		
34-35	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,10	2,40	0,48	2,88	Sala juntas	204,48
34-M	743,84	PB 25	22	0,54	16,00	10,50	168,00	33,60	201,60		

### PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS OFICINAS (REGRESO):

TRAMO	Q (l/h)		Di (mm)	v (m/s)	R (mmcda/m)	L (m)	Pct (mmcda)	Pcac (mmcda)	Pc (mmcda)	RADIADOR	Prad (mmcda)
1-2	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	3,88	93,12	18,62	111,74	Sala juntas	4185,60
2-3	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,15	1,41	0,28	1,69	Despacho jefe	4075,55
2-4	75,76	PB 10	7,4	0,49	53,00	4,12	218,36	43,67	262,03		
4-5	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	3816,14
4-6	123,97	PB 12	9,4	0,50	40,00	4,00	160,00	32,00	192,00		
6-7	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	3624,14
6-8	172,19	PB 15	12,4	0,40	19,00	4,00	76,00	15,20	91,20		
8-9	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,15	1,41	0,28	1,69	Despacho grande	3530,32
8-10	199,73	PB 15	12,4		25,00	4,12	103,00	20,60	123,60		
10-11	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	3409,34
10-12	247,95	PB 15	12,4	0,57	36,00	3,88	139,68	27,94	167,62		
12-13	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,15	1,41	0,28	1,69	Despacho grande	3239,10
12-14	275,50	PB 15	12,4	0,63	44,00	17,96	790,24	158,05	948,29		
14-15	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	2293,44
14-16	323,71	PB 18	15,4	0,48	21,00	4,00	84,00	16,80	100,80		
16-17	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	2192,64
16-18	371,92	PB 18	15,4	0,55	26,00	4,00	104,00	20,80	124,80		
18-19	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Sala reuniones	2067,84
18-20	420,13	PB 18	15,4	0,63	33,00	3,88	128,04	25,61	153,65		
20-21	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,15	1,41	0,28	1,69	Despacho grande	1911,56
20-22	447,68	PB 20	17,4	0,52	21,00	4,00	84,00	16,80	100,80		
22-23	27,55	PB 10	7,4	0,18	9,40	0,15	1,41	0,28	1,69	Despacho grande	1810,76
22-24	475,23	PB 20	17,4	0,56	23,00	4,12	94,76	18,95	113,71		
24-25	48,21	PB 10	7,4	0,31	24,00	0,15	3,60	0,72	4,32	Despacho estandar	1699,68
24-26	523,44	PB 20	17,4	0,61	27,00	3,40	91,80	18,36	110,16		
26-27	41,32	PB 10	7,4	0,27	19,00	0,15	2,85	0,57	3,42	Area descanso	1588,62
26-28	564,77	PB 22	19,4	0,53	18,00	24,06	433,08	86,62	519,70		
28-29	61,99	PB 10	7,4	0,40	38,00	0,15	5,70	1,14	6,84	Pasillo 2	1072,34
28-30	626,75	PB 22	19,4	0,59	22,00	16,02	352,44	70,49	422,93		
30-31	20,66	PB 10	7,4	0,13	5,77	0,15	0,87	0,17	1,04	Material oficina/ rept	643,61
30-32	647,42	PB 22	19,4	0,61	23,00	7,24	166,52	33,30	199,82		
32-33	41,32	PB 10	7,4	0,27	19,00	0,15	2,85	0,57	3,42	Recepcion/ sala de	446,17
32-34	688,74	PB 25	22	0,50	14,00	16,64	232,96	46,59	279,55		
34-35	55,10	PB 10	7,4	0,36	31,00	0,15	4,65	0,93	5,58	Pasillo1	168,78
34-M	743,84	PB 25	22	0,54	16,00	8,50	136,00	27,20	163,20		

A estas pérdidas hay que sumar las creadas en el trayecto desde la sala de calderas hasta el inicio de la zona de oficinas. La longitud de este tramo es de 43 metros y las pérdidas son 16 mmcda/m lo que da una pérdida de 825,6 mmcda. Esto da un total de pérdidas en la instalación de calefacción de **5011mmcda**

**Perdidas calefacción = 5,011 mcd**

Si sumamos las pérdidas de carga de ambas tuberías vemos que las pérdidas de carga en las tuberías de ida y regreso son muy similares con lo que no es necesario realizar la regulación de caudal por cada radiador.

### 3. INSTALACIÓN DE A.C.S.

#### 3.1. CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN

Las tuberías se dimensionarán de igual manera que las del circuito de calefacción, pero en este caso la velocidad máxima de circulación será de 1,5 m/s.

Calcularemos el caudal de cada planta, para conocer el caudal del montante para la planta superior. Conociendo los caudales de los puntos de consumo mediante la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con sistema (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Para conocer los diámetros de los ramales domésticos, acudimos a lo establecido en la tabla 4.2., en el resto, se dimensionará en consonancia con los resultados obtenidos en función de los caudales, coeficientes de simultaneidad y otros valores. Los diámetros que aparecen son para la acometida de agua fría. Para agua caliente dimensionaremos las tuberías con suficiencia de que cumplan las velocidades mínimas de circulación.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera <1,40 m	¾	20
Bañera >1,40 m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1- 1 ½	25-40
Urinario con grifo temporizado	½	12
Urinario con cisterna	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½ (rosca a ¾)	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

El material de las tuberías será polibutileno, caracterizado por aguantar altas temperaturas.

El dimensionamiento de las tuberías quedaría así:

### DIAMETRO TUBERIAS VESTUARIOS:

VESTUARIOS A.C.S.						
TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
15-L10	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
15-L9	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
15 1	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
L1-8	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L2-8	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
8-7	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
L4-9	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L3-9	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
9-7	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
7-6	533	1,5	0,011	PB 18	15,4	0,79
6-D4	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
6-5	893	1,5	0,015	PB 20	17,4	1,04
5-D3	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
5-4	1253	1,5	0,017	PB 25	22	0,92
4-D2	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83

4-3	1613,0	1,5	0,020	PB 25	22	1,18
3-D1	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
3-2	1973	1,5	0,022	PB 28	24,8	1,13
L5-13	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L6-13	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
13-12	468	1,5	0,011	PB 40	35,2	0,13
L8-14	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L7-14	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
14-12	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
12-11	533	1,5	0,011	PB 18	15,4	0,79
11-D6	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
11-10	893	1,5	0,015	PB 20	17,4	1,04
10-D5	360	1,5	0,009	PB 15	12,4	0,83
10-2	1253	1,5	0,017	PB 25	22	0,92
2-1	3226	1,5	0,028	PB 35	31	1,19
1-M	3694	1,5	0,030	PB 40	35,2	1,05

**DIAMETRO TUBERIAS ASEOS:**

ASEOS A.C.S.						
TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
L1-3	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L2-3	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
3-2	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
L4-4	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
L3-4	234	1,5	0,007	PB 15	12,4	0,54
4-2	468	1,5	0,011	PB 15	12,4	1,08
2-1	533	1,5	0,011	PB 18	15,4	0,79

**DIAMETRO TUBERIA SALA DE CALDERAS:**

SALA CALDERAS						
TRAMOS	CAUDAL MÁX. (l/h)	V. DISEÑO (m/s)	D. TEÓRICO (m)	DN (mm)	D int (mm)	V real (m/s)
Sala calderas	4497	1,5	0,033	PB 50	44	0,82

Las velocidades en las tuberías cumplen con la norma sobre velocidades máximas y mínimas.





Tanto en el punto 2 de los aseos como en los puntos 7 y 12 de los vestuarios se a aplicado un coeficiente de simultaneidad. En la siguiente formula se calcula el valor del caudal saliente de estos puntos, cuyas características son idénticas:

$$Q_2' = Q_2 \times 1/\sqrt{(p-1)} = 933 \times 1/\sqrt{(4-1)} = 533$$

También está el circuito (tuberías de cobre) por el que discurre el fluido caloportador de los colectores que cede calor al ACS a través del intercambiador.

A continuación se calculan los diámetros del circuito primario.

### COLECTORES-INTERCAMBIADOR

El fabricante de los colectores nos ofrece una serie de valores que se han seguido debido al gran conocimiento y experiencia que tienen en estos temas.

- Hasta 20 m<sup>2</sup> de superficie colectora el caudal recomendado es de 40 l/m<sup>2</sup>h.

Para este caso, se tiene  $Q=100 \text{ l/h} = 1,667 \text{ l/m}$

- La velocidad de flujo en los tubos de cobre no debe exceder 1 m/s, y se recomienda entre 0.3 y 0.5 m/s.

Para este caso se ha cogido  $v = 0.4 \text{ m/s}$ .

- Con estas velocidades se obtienen unas pérdidas de carga de entre 1 y 2.5 mbar/m

Para este caso se han escogido unas tuberías de 12x1 mm.

### INTERCAMBIADOR-ACUMULADOR

Para este circuito se utiliza el mismo diámetro que en el circuito primario, es decir, un diámetro de 12x1 mm de tuberías de cobre. Lo recomienda el fabricante.

### 3.2. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS DE A.C.S.

Para calcular las pérdidas de las tuberías se ha buscado la toma más desfavorable, es decir, la que se encuentra más alejada de la sala de la caldera, que ha resultado ser el lavabo L4 de los aseos situados debajo de las oficinas. El punto mas alejado en los vestuarios al tener considerablemente menor recorrido no tiene tanta pérdida de presión como el lavabo anteriormente citado.

Para obtener la pérdida de presión se ha procedido igual que en el apartado 2.5.3 para las tuberías de calefacción.

Aplicamos a las pérdidas estimadas un plus del 20%.

TRAMO	m (l/h)	Dc(mm)	v(m/s)		$\Delta P/L$ (mmcda/m)	L (m)	$\Delta P$ (mmcda)	$\Delta P$ (kPa)
L4-4	234	12,4	0,54	150,0	40,00	0,75	30,00	0,29
4-2	468	12,4	1,08	80,00	80,00	1,40	112,00	1,10
2-1	924	15,4	1,38	50,00	50,00	3,00	150,00	1,47
1-0	924	15,4	1,38	50,00	50,00	75,40	3770,00	36,93
TOTAL $\Delta P$ MÁS DESFAVORABLE (Lavabo)							4062,00	39,79
$\Delta P$ ESTIMADA (+20%)							<b>4874,40</b>	<b>47,74</b>

**4874 mmcda = 47,74 KPa**

Cumple la condición de que tiene que ser menor de 500 kPa según el apartado 2.1.3 de DB HS Salubridad.

### 3.3. RED DE RETORNO DE A.C.S.

El caudal de retorno se estima de la siguiente manera:

- Se considera que recircula el 10% como mínimo del agua de alimentación. De cualquier manera se considera que la tubería de retorno tiene que tener un diámetro mínimo de 16mm no siendo superior al diámetro de la tubería de ACS.
- Los diámetros se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS	
Diámetro nominal de la tubería	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1100
1 1/2	1800
2	3300

El caudal máximo de la tubería de ida hasta el punto más alejado es de 5400 l/h, así que el caudal de recirculación es de 540 l/h, por lo que la red de retorno debe ser PB 22.

### 3.4. DEMANDA ENERGÉTICA DE A.C.S.

Según el CTE, para las duchas (vestuarios) se necesitan 15 l/servicio y para los lavabos de las oficinas se requieren 3 l/persona, a una temperatura de 60°C. Así quedaría una demanda de:

- 12 personas/turno en almacén
- 29 personas en oficinas

$$15 \cdot 12 + 3 \cdot 29 = 267 \text{ l / día}$$

La carga calorífica es la cantidad de calor necesaria mensual (demanda energética) para calentar el agua destinada al consumo doméstico. Dicha carga será directamente proporcional al consumo volumétrico previamente calculado. Para ello se emplea la expresión:

$$Q_a = C_e \cdot C \cdot N \cdot (T_{ac} - T_r)$$

Se obtienen los siguientes valores:

$Q_a$  : Carga calorífica mensual de calentamiento de ACS (J).

$C_e$  : Calor específico del agua:  $4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

$C$  : Consumo diario de ACS: 267 litros/día.

$T_{ac}$  : Temperatura del agua caliente de acumulación:  $60^\circ\text{C}$ .

$T_r$  : Temperatura del agua de la red ( $^\circ\text{C}$ ).

$N$  : Número de días del mes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Novi.	Dici.
<b>T red (<math>^\circ\text{C}</math>)</b>	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
<b>Qa (kWh)</b>	450	399	426	396	401	380	385	393	388	409	412	450

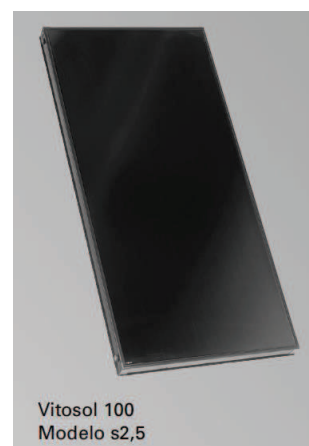
### 3.5 CAPTADORES SOLARES

Los captadores solares elegidos son:

Modelo: Vitossol 100 W 2,5

Fabricante: Viessmann

Captadores en cubierta con inclinación de  $45^\circ$



Vitossol 100  
Modelo s2,5

**Datos técnicos del colector de energía solar Vitosol 100**

<b>Modelo</b>		s 2,5	w 2,5
<b>Superficie bruta</b>	m <sup>2</sup>	2,71	2,71
<b>Superficie de absorción</b>	m <sup>2</sup>	2,50	2,50
<b>Superficie de abertura</b>	m <sup>2</sup>	2,50	2,50
<b>Dimensiones</b>			
Anchura	mm	1138	2385
Altura	mm	2385	1138
Profundidad	mm	102	102
<b>Rendimiento óptico<sup>*1</sup></b>	%	84	84
<b>Coefficiente de pérdida de calor</b>			
$k_1^{*1}$	W/(m <sup>2</sup> · K)	3,36	3,36
$k_2^{*1}$	W/(m <sup>2</sup> · K <sup>2</sup> )	0,013	0,013
<b>Capacidad térmica</b>	kJ/(m <sup>2</sup> · K)	6,4	6,4
<b>Peso</b>	kg	60	60
<b>Volumen del fluido (medio portador de calor)</b>	litros	2,2	3,0
<b>Presión máx. de servicio admisible<sup>*2</sup></b>	bar	6	6
<b>Temperatura de inactividad máx.<sup>*3</sup></b>	°C	211	211
<b>Conexión</b>	Ø mm	22	22
<b>Superficie de emplazamiento sobre tejados planos</b>	m <sup>2</sup>	—	aprox. 2,15
<b>Requisitos para el soporte y los anclajes</b>	El tejado debe soportar la carga de las fuerzas eólicas atacantes		

<sup>\*1</sup>Referido a la superficie de absorción.

<sup>\*2</sup>En los colectores debe haber, en caso de sistemas cerrados, en estado frío una sobrepresión de al menos 1,5 bar.

<sup>\*3</sup>La temperatura de inactividad es la temperatura en el punto más caliente del colector a una intensidad de irradiación global de 1000 W, cuando no se le extrae ningún calor.

Los captadores se colocarán en la cubierta de la nave en la orientación sur. Se estudia colocarlos con una inclinación de 45°, ya que da mejores resultados y cumple con las exigencias energéticas de nuestras oficinas. Para ello se colocara una estructura que se adapte a las condiciones requeridas.

**2.1 Estructura y funcionamiento de los colectores**
**Vitosol 100 – Colector plano**

Modelo s/w 2,5



- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| (A) Junta hermetizante (vulcanizada sin fin) | (F) Lana de roca                    |
| (B) Cubierta de vidrio solar, de 4 mm        | (G) Perfiles de marco de aluminio   |
| (C) Tubo de cobre en forma de serpentín      | (H) Chapa de fondo de aluminio-cinc |
| (D) Absorbedor de cobre                      | (K) Tubo de unión                   |
| (E) Material celular de resina de melamina   |                                     |

Los captadores se colocarán en la cubierta de la nave en la orientación sur. Se estudia colocarlos con una inclinación de 45°, ya que da mejores resultados y cumple con las exigencias energéticas de nuestras oficinas. Para ello se colocara una estructura que se adapte a las condiciones requeridas.

### 3.6. CÁLCULO DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR

Se va a realizar el estudio de las necesidades de ACS solar con el método F-Chart.

#### 3.6.1. VALORACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES

En esta tabla se muestra la energía (KWh) que incide sobre un m<sup>2</sup> de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi	Dici.
<b>Radiación (KWh/m<sup>2</sup>)</b>	5,3	8,3	12,4	15,2	18,7	22,8	24,2	21,1	16,5	10,6	6,4	4,7

Para la situación a estudiar nos hace falta un factor de corrección k para superficies inclinadas, que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo, y otra horizontal. Ambas tablas son fácilmente accesibles en formato digital.

Latitud = 43°

Inclinación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi.	Octubre	Novi.	Dici.
<b>45°</b>	1,43	1,33	1,20	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54

Con estas dos tablas tenemos el valor de la radiación incidente sobre los colectores solares a 43° de latitud y una inclinación de 45° respecto de la horizontal.

### 3.6.2. CÁLCULO DE X

El parámetro X expresa la relación entre las pérdidas de energía en los captadores, para una determinada temperatura, y la energía necesaria durante un mes.

$$X = \text{Energía perdida por el captador } (E_p) / \text{Energía necesaria mensual } (Q_a)$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{E_p}{S_c} = F_r' U_L (100 - T_a) \Delta T K_1 K_2$$

$S_c$ : Superficie útil de los captadores instalada ( $m^2$ )

$F_r' U_L$ : Se calcula por la siguiente expresión.

$$F_r' U_L = F_r U_L / (F_r' / F_r)$$

$F_r U_L = 3.36 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador Vitosol 100).

$(F_r' / F_r)$ : Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.

$T_a$ : Temperatura ambiente media mensual.

$\Delta T$ : Periodo de tiempo considerado (segundos).

$K_1$ : Factor corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [kg \text{ acumulación} / (75 S_c)^{-0.25}] = 0.97$$

$K_2$ : Factor corrección para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de la red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11.6 + 1.18 T_{ac} + 3.86 T_r - 2.32 T_a}{100 - T_a}$$



Donde:

$T_{ac}$  : Temperatura de ACS: 60°C.

$T_r$  : Temperatura del agua de red (°C).

$T_a$  : Temperatura media mensual del ambiente (°C).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T media aire	4.5	6.5	8	9.9	13.3	17.3	20.5	20.3	18.2	13.7	8.3	5.7
T media agua	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5

### 3.6.3. CÁLCULO DE Y

El parámetro Y expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la energía necesaria total durante un mes.

$Y = \text{Energía absorbida por el captador } (E_a) / \text{Carga calorífica mensual } (Q_a)$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{E_a}{S_c} = F_r'(\tau \cdot \alpha) \cdot R_1 \cdot N$$

$S_c$  : Superficie útil de captadores instalada (m<sup>2</sup>).

$R_1$  : Radiación útil media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, en MJ / m<sup>2</sup>.

$N$  : Número de días del mes.

$F_r'(\tau \alpha)$  : Factor adimensional que calculado por la siguiente expresión:

$$F_r'(\tau \alpha) = F_r(\tau \alpha)_n \left[ (\tau \alpha) / (\tau \alpha)_n \right] (F_r' / F_r)$$





$F_r(\tau\alpha)_n$ : Factor de incidencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso del Vitosol 100: 0.83.

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)$ : Modificador del ángulo de incidencia. En general se toma como constante 0.96 ( $F_r'/F_r$ ): Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0.95.

Para obtener la superficie útil de captadores instalada ( $S_c$ ), se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos 30% de las necesidades, marcado por el CTE, para la zona climática en la que nos encontramos. En este caso a sido suficiente con un colector modelo **Vitosol 100 w2.5** de la marca **Viessmann** de 2.5 m<sup>2</sup> de superficie de captación, que abastecerán el 43,8% de la demanda de todo el año.

### Cálculo de los parámetros X, Y

Son los parámetros resultantes (multiplicados los anteriores por el area total de colectores) y que llevaremos a la ecuación siguiente para calcular el grado de cobertura mensual:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>X</b>	0,93	1,00	1,01	1,10	1,07	1,02	1,03	0,95	0,94	1,03	1,04	0,93
<b>Y</b>	0,28	0,37	0,57	0,57	0,64	0,74	0,84	0,88	0,88	0,57	0,35	0,27

En esta tabla se pueden apreciar los resultados de los diferentes factores:

### CALCULO ENERGETICO MEDIANTE EL METODO F-CHART

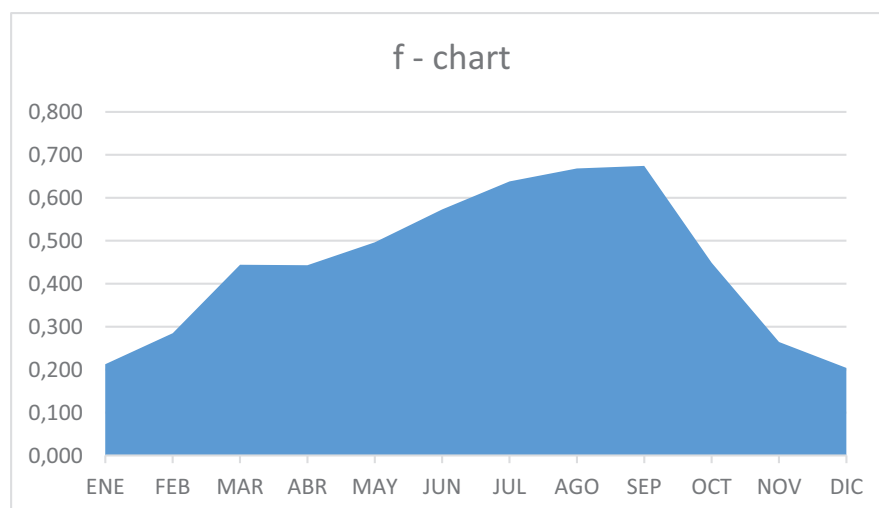
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Radiación (KWh/m2)	5,3	8,3	12,4	15,2	18,7	22,8	24,2	21,1	16,5	10,6	6,4	4,7
Factor k. 43 latitud, 40 inclinacion	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
Demanda energetica Qa (kWh)	450	399	426	396	401	380	385	393	388	409	412	450
Perdidas energia captadores (KWh/mes)	418	398	431	434	431	387	395	373	365	422	430	418
K1 correccion almacenamiento	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
k2 correccion temperatura	0,76	0,8	0,82	0,87	0,87	0,84	0,86	0,81	0,8	0,84	0,84	0,76
X= Energia perdida (Ep)/ Energia necesaria (Qa)	0,93	1,00	1,01	1,10	1,07	1,02	1,03	0,95	0,94	1,03	1,04	0,93
Energia absorbida captadores (KWh/mes)	118	147	244	248	276	287	331	327	323	242	150	114
Y=Energia absorbida (Ea)/ Energia necesaria (Qa)	0,28	0,37	0,57	0,57	0,64	0,74	0,84	0,88	0,88	0,57	0,35	0,27

### 3.6.4. DETERMINACIÓN DE LA GRÁFICA F

Una vez obtenidos los parámetros X e Y, se aplica la ecuación antes mostrada para calcular la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3$$

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
f	0,213	0,285	0,444	0,443	0,496	0,573	0,638	0,668	0,674	0,448	0,264	0,204



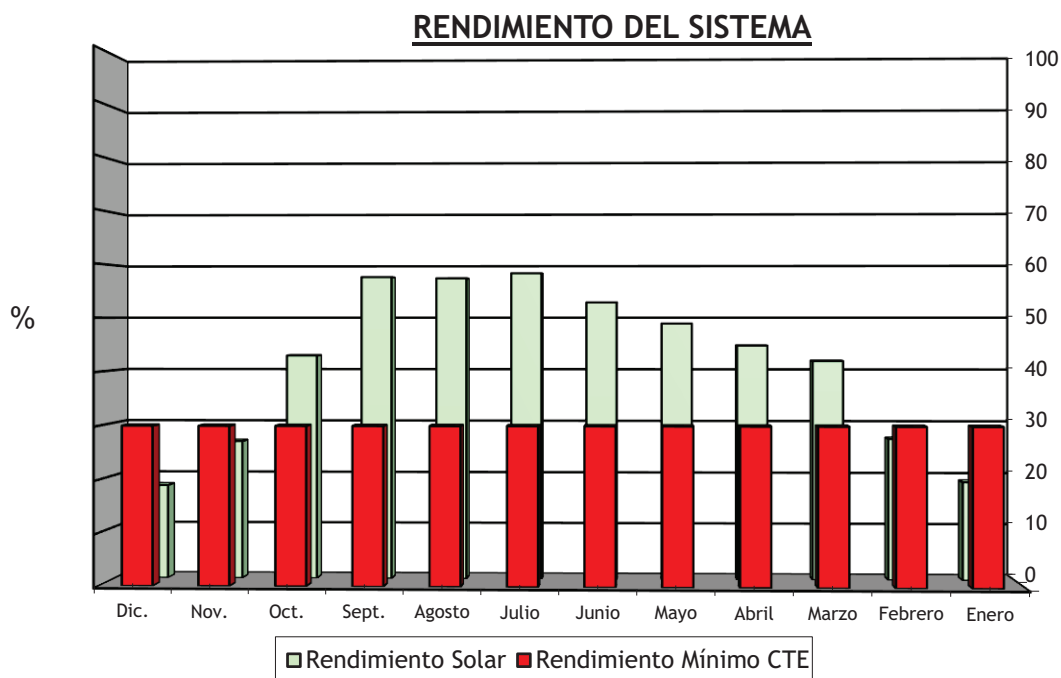
### 3.6.5. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Obtenidos los valores de  $f$ , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

$$Q_{receptor} = f Q_a$$

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar.  $Q_{rec}$  será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre  $Q_{rec}$  y  $Q_a$  será satisfecha por el sistema tradicional.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$Q_{rec}$	85	108	178	177	196	201	225	226	224	175	109	81
Cobertura mensual %	18,89	27,07	41,78	44,70	48,88	52,89	58,44	57,51	57,73	42,79	26,46	18,00



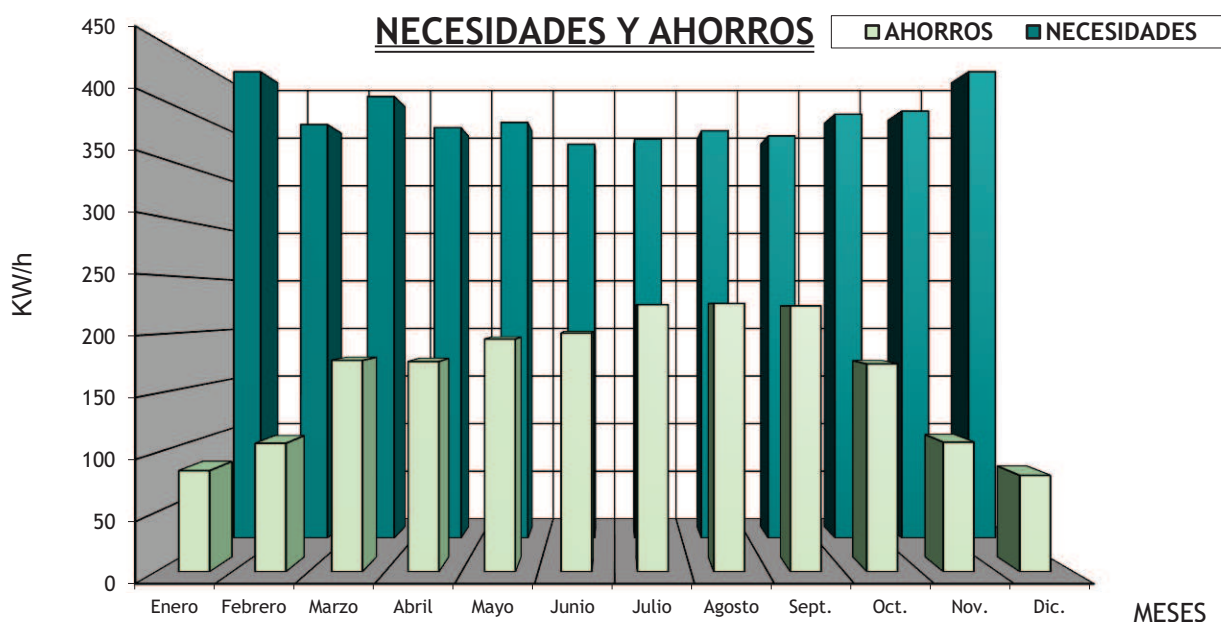
### 3.6.6. VALORACIÓN DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u}{\sum Q_a} = \frac{2144}{4889}$$

Obteniéndose:

$$\text{Cobertura solar anual} = 43,8 \%$$



### 3.7 FLUIDO CALOPORTADOR

El agente anticongelante seleccionado es el FERNOX ALPHI-11 recomendado por el fabricante. El fluido térmico se consigue mezclando el anticongelante con agua. La proporción de mezcla del fluido térmico, se realiza en función de las condiciones climatológicas.

Características:

- protección contra la corrosión y la calcificación
- mantiene la eficiencia del sistema a lo largo de su vida útil.
- Previene la contaminación bacteriana.
- Compatible con todos los metales y materiales comúnmente usados en los sistemas de calentamiento.
- No es tóxico y es respetuoso con el medio ambiente.
- Combina propiedades anticongelantes y de protección.
- Protege agua calentada, enfriada y sistemas solares.

Usos:

El líquido protector Frenos Alphi-11 consiste en una combinación de anticongelante e inhibidor, que proporciona protección durante largo tiempo a los sistemas domésticos de calentamiento contra la formación de corrosión interna y de depósitos de cal.

Previene la corrosión de todos los metales empleados en dichos sistemas, como los metales férricos, el cobre y sus aleaciones, y el aluminio. Está principalmente recomendado para su uso en sistemas solares. Para una protección continua se recomienda que los niveles del líquido sean revisados regularmente (de forma anual).

Como recomienda el fabricante seleccionaremos la concentración de un 40% de anticongelante ya que será más que suficiente para la zona climatológica en la que trabajamos.



## 4. SALA DE CALDERAS

### 4.1. GENERACIÓN DE CALOR

Para elegir la caldera tenemos que conocer la potencia más desfavorable. Para ello, hemos realizado los cálculos en el mes más frío del año, que una vez hechos los cálculos son los siguientes:

VESTUARIOS.....7.620 KW

OFICINAS.....15.776KW

TOTAL.....23.396 KW

TOTAL (+10%).....**25,735 KW**

Además la caldera tiene que dar abasto al A.C.S. El diseño de la instalación es para que la contribución solar sea como mínimo del 30% de las necesidades. Pero la caldera tiene que ser diseñada para abastecer la totalidad de la demanda de A.C.S. en caso de avería o mal funcionamiento de los captadores solares. Las necesidades de A.C.S. de la instalación son las siguientes.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Consumo l/día	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267
T° agua (°C)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
$\Delta T$ (°C)	55	54	52	50	49	48	47	48	49	50	52	55
$Q_a$ (Kw/h)	450	399	426	396	401	380	385	393	388	409	412	450

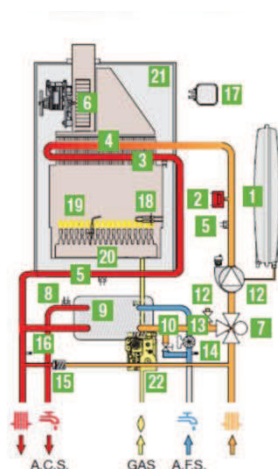
Por lo que el caso más desfavorable es para enero-diciembre, donde hay mayor salto térmico. En esos meses, calculando para que toda la producción de A.C.S. sea gracias a la caldera necesitamos 13950W. Por lo tanto la potencia total en calefacción y A.C.S. es de:

$$25,735KW + 13,95 KW = 39,685 KW$$

Observando las necesidades del edificio, la caldera que hemos seleccionado es la siguiente:

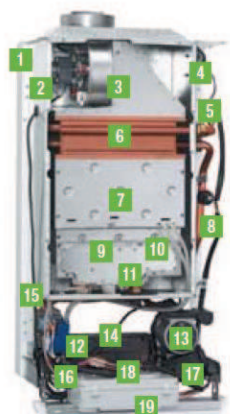
Una caldera mural a gas Atila 40 de la marca Fagor. Se trata de una caldera mixta de condensación y con depósito de microacumulación. Estas son varias de sus características:

- \_ Potencia de calefacción y A.C.S.: 33.970 kcal/h.
- \_ Producción A.C.S.  $\Delta 25^{\circ}\text{C}$ : 22,8 l/min.
- \_ Peso: 49 kg.
- \_ Encendido electrónico automático
- \_ Fácil integración e instalación
- \_ Display LCD
- \_ Código de fallos
- \_ Grifo de llenado automático IFS (Intelligent Filling System)
- \_ Innovador quemador TBC (Twin Burner Concept)
- \_ Microacumulación Isocomfort
- \_ Función RTC (Remote Tap Control)
- \_ Versatilidad de instalación
- \_ Menú instalador
- \_ Índice de protección IP-44
- \_ Grupo hidráulico compacto
- \_ Sistema de protección anti-heladas A.C.S. y calefacción
- \_ Dimensiones: 780 x 440 x 297 mm.



#### Esquema hidráulico

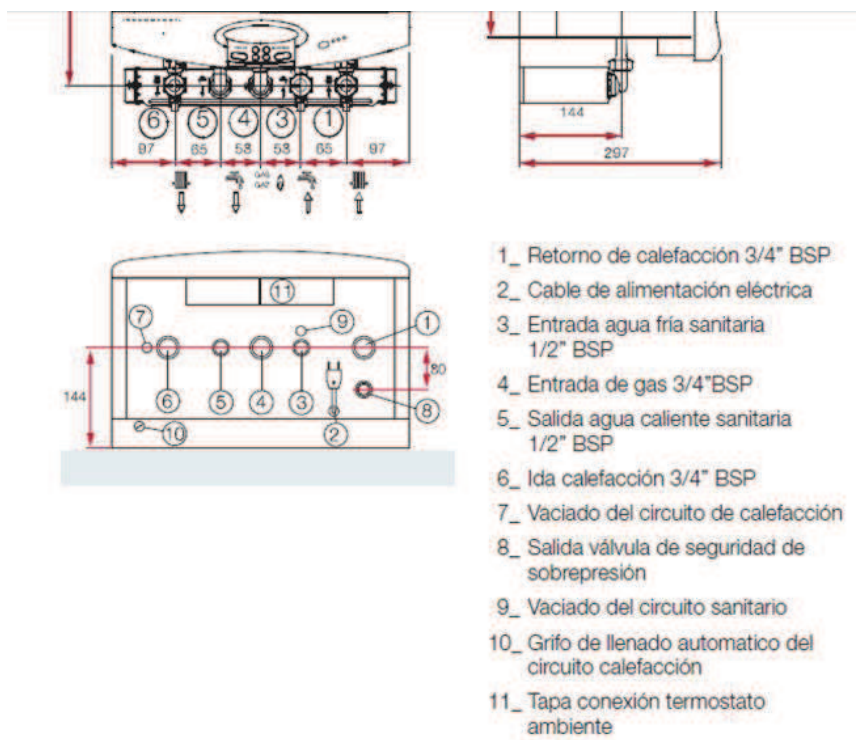
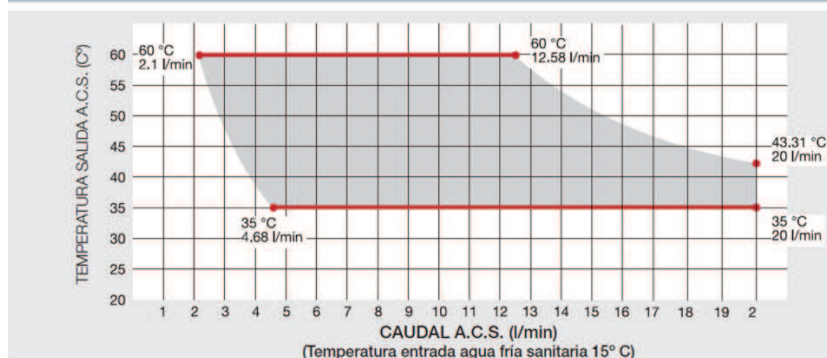
- |  |                                  |
|--|----------------------------------|
| 1_ Vaso de expansión                                     | 12_ Válvula de seguridad         |
| 2_ Sensor de presión                                     | 13_ Fluxómetro                   |
| 3_ Termostato de seguridad                               | 14_ Tapón de vaciado A.C.S.      |
| 4_ Intercambiador principal                              | 15_ By-pass automático           |
| 5_ Termostato calefacción                                | 16_ Tapón de vaciado calefacción |
| 6_ Ventilador  | 17_ Presostato de aire           |
| 7_ Válvula de 3 vías motorizada                          | 18_ Bujías de incendio           |
| 8_ Termostato A.C.S.                                     | 19_ Bujía de ionización          |
| 9_ Intercambiador de placas aislado térmicamente         | 20_ Doble quemador               |
| 10_ Grifo de llenado                                     | 21_ Cámara estanca               |
| 11_ Bomba de circulación con purgador automático de aire | 22_ Válvula de gas               |



## Componentes principales

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1_ Armazón                        | 11_ Quemador de doble cuerpo                             |
| 2_ Cámara estanca                 | 12_ Válvula de gas modulante                             |
| 3_ Ventilador                     | 13_ Bomba de circulación con purgador automático de aire |
| 4_ Presostato diferencial de aire | 14_ Intercambiador de placas (A.C.S.)                    |
| 5_ Termostato de seguridad        | 15_ Vaso de expansión de membrana                        |
| 6_ Intercambiador de calor        | 16_ Grupo hidráulico compacto                            |
| 7_ Cámara de combustión           | 17_ Válvula de 3 vías motorizada                         |
| 8_ Sensor de presión              | 18_ Circuito electrónico de control                      |
| 9_ Bujía de ionización            | 19_ Panel de mandos                                      |
| 10_ Bujías de encendido           |  |

## Diagrama funcionamiento de A.C.S.





Características				ATILA 40 N
Categoría				II2+3P
Tipo				C12, C32, C62,C82
Potencia útil Calefacción y A.C.S.	Potencia máxima	kW	39,5	
		kcal/h	33.970	
	Potencia mínima	kW	6,53	
		kcal/h	5.616	
Consumo calorífico nominal máx. (P.C.I.) en Calefacción y A.C.S.	Qn. máximo	kW	42,2	
	Qn. mínimo	kW	7,5	
Rendimiento PCI, Rendimiento en carga y temperatura del agua	100 % Potencia nominal, Tª media: 70 °C	%	94,63	
	30 % Potencia nominal, Tª media: 50 °C	%	88,04	
Producción A.C.S. Δ 25° C			l/min 22,8	
Caudal Nominal A.C.S.			l/min 20 (Δ 28,3°C)	
Caudal Mínimo Encendido A.C.S.			l/min 1,8	
Presión de servicio	Máxima Calefacción	bar	3	
	Máxima A.C.S.	bar	10	
	Mínima Encendido A.C.S.	bar	0,3	
Vaso de expansión			l 10	
Regulación de Temperatura	Circuito de Calefacción	°C	60÷85	
	Circuito de Calefacción suelo radiante	°C	40÷55	
	Circuito de A.C.S.	°C	35÷60	
Presión del Gas	Natural G-20	mbar	20	
	Propano G-31	mbar	37	
Consumos de Gas (P.C.I.)	Natural G-20	m³/h	4,46	
	Propano G-31	kg/h	3,31	
Alimentación Eléctrica			V/Hz 220-230V-50Hz	
Potencia máxima Absorbida			W 154	
Diámetro salida de gases quemados			mm 80-125	
Tipo de evacuación/admisión	C12 coaxial horizontal	Diámetro	mm 80-125	
		Longt. máx.	m 4	
	C32 coaxial vertical	Diámetro	mm 80-125	
		Longt. máx.	m 4	
	C62 conductos separados	Diámetro	mm 2 x 80	
		Longt. máx. (suma ambos conductos)	m 10	
Temperatura salida de humos			°C 140	
Conexiones / ø Interior	Entrada de gas	mm	3/4"/Ø 18	
	Entrada Agua Fría Sanitaria	mm	1/2"/Ø 15	
	Salida Agua Caliente Sanitaria	mm	1/2"/Ø 15	
	Ida Calefacción	mm	3/4"/Ø 22	
	Retorno Calefacción	mm	3/4"/Ø 22	
Dimensiones	Alto	mm	780	
	Ancho	mm	440	
	Fondo	mm	297	
Peso Neto			kg 49	
Tipo de gas	Natural G-20		•	
	Propano G-31		•	
Certificado de examen CE de tipo			99 BR 862	
Grado de protección			IP-44	
Rendimiento energético (Directiva 92/42/CEE)			★★	

## VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS.

Según establece la norma UNE 60 601, la ventilación de la sala de calderas será de tipo forzada. Se utilizarán medios mecánicos para el suministro del aire de combustión y ventilación.

El caudal necesario debe ser superior al obtenido mediante la expresión:

$$Q = (10 \cdot A) + (2 \cdot P)$$

Donde:

- $Q$  = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/h
- $A$  = Superficie planta de la sala de máquinas en (12 m<sup>2</sup>)
- $P$  = Suma de los consumos caloríficos nominales, en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala

$$Q = (10 \cdot 12 + (2 \cdot 40)) = 200 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para cumplimiento de la norma se instalará un extractor capaz de extraer 200 m<sup>3</sup>/h.

## 4.2. INTERACUMULADOR

El fabricante proporciona esta fórmula para el cálculo del acumulador:

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P(t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k}$$

Donde:

$V_{sp}$  : Volumen del interacumulador mínimo (litros).

$V_p$  : Demanda de ACS (litros/día·persona)

$P$  : Número de personas

$t_w$  : Temperatura de ACS en la toma (°C).

$t_k$  : Temperatura de agua fría (°C).

$t_{sp}$  : Temperatura de ACS en el acumulador (°C).

$$V_{sp} = \frac{2 \cdot V_p \cdot P(t_w - t_k)}{t_{sp} - t_k} = \frac{2 \cdot 156 \cdot (45 - 5)}{60 - 5} = 388,36 \text{ litros} \Rightarrow V = 400 \text{ litros}$$

Según el CTE:

$$50 < V/A < 180$$

Donde:

A: área colectores = 2,5 m<sup>2</sup>

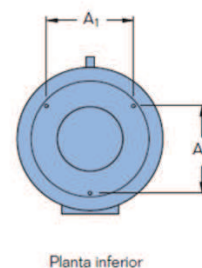
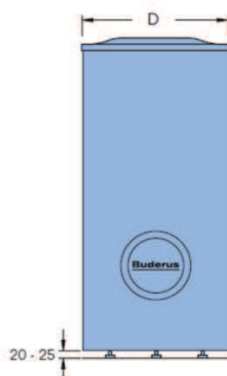
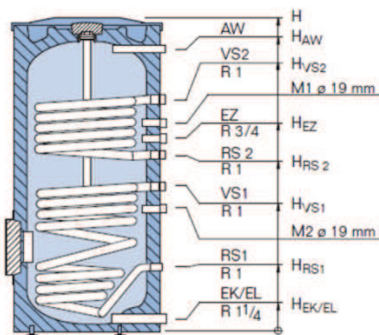
V: volumen acumulado = 400 litros

$$50 < 400/2.5 = \underline{160} < 180$$

Por tanto, **CUMPLE**.

Se ha elegido el DEPÓSITO ACUMULADOR **Logalux SM 400** de la marca **Euclisa**.

#### ■ Datos técnicos Logalux SM



#### ■ Conexiones

AW = Salida de agua caliente  
EK / EL = Entrada de agua fría

EZ = Entrada recirculación  
RS = Conexión de retorno del acumulador  
VS = Conexión de alimentación del acumulador

Acumulador			Logalux SM 300	Logalux SM 400	Logalux SM 500
Diámetro con/sin aislante	øD	► [mm]	672/ -	850/650	850/650
Altura	H	► [mm]	1465	1640	1940
Entrada agua fría / vaciado	H <sub>EK/EL</sub>	► [mm]	60	148	148
Retorno solar acumulador	H <sub>RS1</sub>	► [mm]	297	303	303
Ida solar acumulador	H <sub>VS1</sub>	► [mm]	682	690	840
Retorno a caldera	H <sub>RS2</sub>	► [mm]	842	1103	1253
Impulsión de caldera	H <sub>VS2</sub>	► [mm]	1077	1110	1260
Salida agua caliente	H <sub>AW</sub>	► [mm]	1326	1343	1643
	øAW	► [mm]	R 1	R 1 1/4	R 1 1/4
Entrada recirculación	H <sub>EZ</sub>	► [mm]	886	912	1062
Distancia patas	A1	► [mm]	400	480	480
	A2	► [mm]	408	420	420
Contenido de agua total / uso inmediato		► [l]	290/120	390/165	490/215
Contenido del serpentín inferior		► [l]	8	9,5	13,2
Superficie serpentín inferior		► [m <sup>2</sup> ]	1,2	1,3	1,8
Potencia de mantenimiento <sup>1)</sup>		► [kWh/24h]	2,1	3,07	3,68
Índice de rendimiento (serpentín superior) <sup>2)</sup>	N <sub>L</sub>		2,9	4,1	6,7
Caudal continuo (serpentín superior) 80/45/10 °C <sup>3)</sup>		► [l/h / kW]	843/34,3	843/34,3	843/34,3
Número de captadores			hasta 3	hasta 4	hasta 5
Peso neto (aprox.)		► [kg]	155	202	248
Aislamiento		► [mm/tipo]	50/rigido	100/flexible	100/flexible
Presión máxima agua calefacción/agua sanitaria		► [bar]	16/10	16/10	16/10
Temperatura máxima agua calefacción/agua sanitaria		► [°C]	160/95	160/95	160/95

#### Características:

- Capacidad ACS: 400 litros
- Temperatura máxima en el depósito: 95 °C
- Presión máxima: 10 bar
- Altura: 1640 mm
- Diámetro: 650 mm

### 4.3. CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Para el caso de intercambiador, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m<sup>2</sup> y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la siguiente ecuación:

$$P > 500 \text{ A}$$

P: potencia mínima intercambiador (W)

A: área captadores (m<sup>2</sup>)

$$P > 500 \cdot 2,5 = 1250 \text{ W} = 1,25 \text{ kW}$$

Se procederá a la instalación del intercambiador IP- 25 de la marca FAGOR con las siguientes características:

			Lado Caliente	Lado Frio
<b>Fluido</b>			<b>30.0% Prop.glycol</b>	<b>Water</b>
Caudal volumétrico	m <sup>3</sup> /h		1.270	1.210
Temperatura	Entrada	°C	75.0	50.0
	Salida	°C	59.0	66.0
Pérdida de carga		kPa	5.98	7.17
Dirección relativa de los fluidos			Contracorriente	
Calor intercambiado		kW	22.16	
L.M.T.D.		K	9.0	
C.G.T.C. -	Limpio	W/(m <sup>2</sup> *K)	4477	
	Servicio	W/(m <sup>2</sup> *K)	4477	
Area efectiva		m <sup>2</sup>	0.6	
Número de placas			24	
Material de placas			AISI 316	
Tipo de juntas			COPPER FOIL	
Tipo de conexiones			DIN	
Material de conexiones			25-1"-45	
Dimensión de conexiones		mm	32	
Conexiónado (Entrada -> Salida)			S1 -> S2	
			S4 <- S3	
Código de recipientes a presión			PED	
Presión de diseño		barg	16.0	
Presión de prueba		barg	20.8	
Volumen de líquido		dm <sup>3</sup>	0.5	
Temperatura de diseño		°C	75.0/55.0	
			65.0/50.0	
Dimensiones (Largo / Ancho / Alto)		mm	112 x 111 x 310	
Peso vacío		kg	4.32	

## 4.4. VASO DE EXPANSIÓN

### 4.4.1. CIRCUITO SOLAR

La expresión para dimensionar el vaso de expansión, proporcionada también por el fabricante, es la siguiente:

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K)(p_e + 1)}{p_e - p_{st}}$$

Donde:

$V_N$  : Volumen nominal del depósito de expansión (litros).

$V_V$  : Reserva de seguridad (medio portador de calor)

$$V_V = V_a (0.01 \dots 0.02) \text{ [Mínimo 1 litro]}$$

$V_a$  : Volumen de fluidos de toda la instalación (litros).

-V colectores= 1 colectores x 2.33 litros/colector= 2,33 litros

-V bomba= 0.7 litros

-V intercambiador= 3.5 litros

-V tuberías= 0.284 litros/metro tubo · 59,42 metros = 16,87 litros

$V_a = 23,4$  litros

$V_2$  : Aumento del volumen al calentarse la instalación.

$$V_2 = V_a \cdot \beta = 23,4 \cdot 0.07 = 1,63 \text{ l.}$$

$\beta = 0.07$  para medio portador de calor VIESSMANN

$p_e$  : Sobrepresión final admisible (bar).

$$p_e = p_{si} - 0.5 = 6 - 0.5 = 5.5 \text{ bar}$$

$p_{si}$  : Presión de escape de la válvula de seguridad (bar).

$p_{st}$  : Presión inicial nitrógeno del depósito de expansión (bar)

$$p_{st} = 1.5 \text{ bar} + 0.1 \cdot h = 1.5 + 0.1 \cdot 3 = 1.8 \text{ bar}$$

$h$  : Altura estática (m). → 3 m

$z$  : Número de colectores. → 1

$V_K$  : Capacidad de los colectores (litros). → 2.2 litros

$$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K)(p_e + 1)}{p_e - p_{st}} = \frac{(1 + 1,63 + 1 \cdot 2.2)(5.5 + 1)}{5.5 - 1.8} = 4,57 \text{ litros}$$

Se ha elegido el modelo **8 SMF** de la casa **SALVADOR ESCODA S.A.**, que tiene las siguientes características:

- Capacidad: 8 litros
- Presión máxima: 10 bar
- Dimensiones: 200 (diámetro) x 340 (altura)
- Temperatura máxima: 130 °C
- Conexión : 3/4" (19,05 mm)



#### 4.4.2. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN

El depósito de expansión tiene como fin, absorber las dilataciones del agua del circuito. Se colocará un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. El volumen total de la instalación será:

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{radiadores}} + V_{\text{caldera}}$$

$$V_{\text{tuberías}} = 93,1 \text{ litros}$$

$$V_{\text{emisores}} = V_{\text{elemento}} \cdot \text{número total elementos} = 0,39 \cdot 165 = 64,35 \text{ litros}$$

$$V_{\text{caldera}} = 3,5 \text{ litros}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = 160,95 \text{ litros}$$

Se calculará el volumen útil del depósito de expansión:

$$V_u = V_i \cdot \alpha$$

Donde:

$$V_u = \text{Volumen útil depósito.}$$

$$V_i = \text{Volumen total instalación.}$$

$$\alpha = 0.029, \text{ coeficiente dilatación del agua a } 80 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

$$V_u = 4,63 \text{ litros}$$

Se calculará el coeficiente de utilización, que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo.

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{10 - 3,5}{10} = 0,86$$

$$\eta : \text{Coeficiente de utilización.}$$

$P_f$  : Presión absoluta máxima de trabajo (= Prelat + Patm)

$P_i$  : Presión absoluta de altura manométrica (= Pman+Patm)

Patm= 1 bar

$$V_v = \frac{V_u}{\eta} = 5,39 \text{ litros}$$

Se comprueba que el vaso de expansion existente en caldera para el sistema de calefacción cumple con los requisitos que se necesitan.

Volumen vaso de expansión caldera = 10 litros

#### **4.4.3. VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.**

Se ha calculado en base a los siguientes datos:

- T máxima: 60°C
- T mínima: 5°C
- Coef. Dilatación volumétrica:  $5 \times 10^{-4}$
- Presión de tarado válvula de seguridad: 6 bar
- Presión inicial en el vaso: 1,5 bar

$$\text{Volumen total} = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{interacumulador}} = 14 + 400 = 414 \text{ l}$$

A partir de estos valores se obtiene:

- Vexpansión: 5,4 l
- Vnominal: 8,3 l

Con este valor nominal, elegimos un vaso de expansión de 12 litros de la marca **SEDICAL** modelo **S12**.

#### **4.5. VÁLVULA DE SEGURIDAD**

La instalación consta de dos válvulas de seguridad, una para calefacción que debe soportar 6 bar de presión y otra para ACS que debe soportar 6 bar de presión.

Para ambos casos se ha escogido la válvula de seguridad modelo SV68M de la marca **PNEUMATEX** con las siguientes características técnicas:



-Presión de trabajo: hasta 6 bar

-Temperatura máx de trabajo: 130°C

## 4.6. BOMBAS

### 4.6.1. CALEFACCIÓN

Una vez conocidos el caudal y las pérdidas de carga de la instalación completa, se procede a seleccionar la bomba necesaria. La calefacción requiere un caudal máximo de 1087 l/h con unas pérdidas máximas de carga de 5,011 mca. Se ha escogido el modelo **SP 30/7B** de la marca **Sedical**

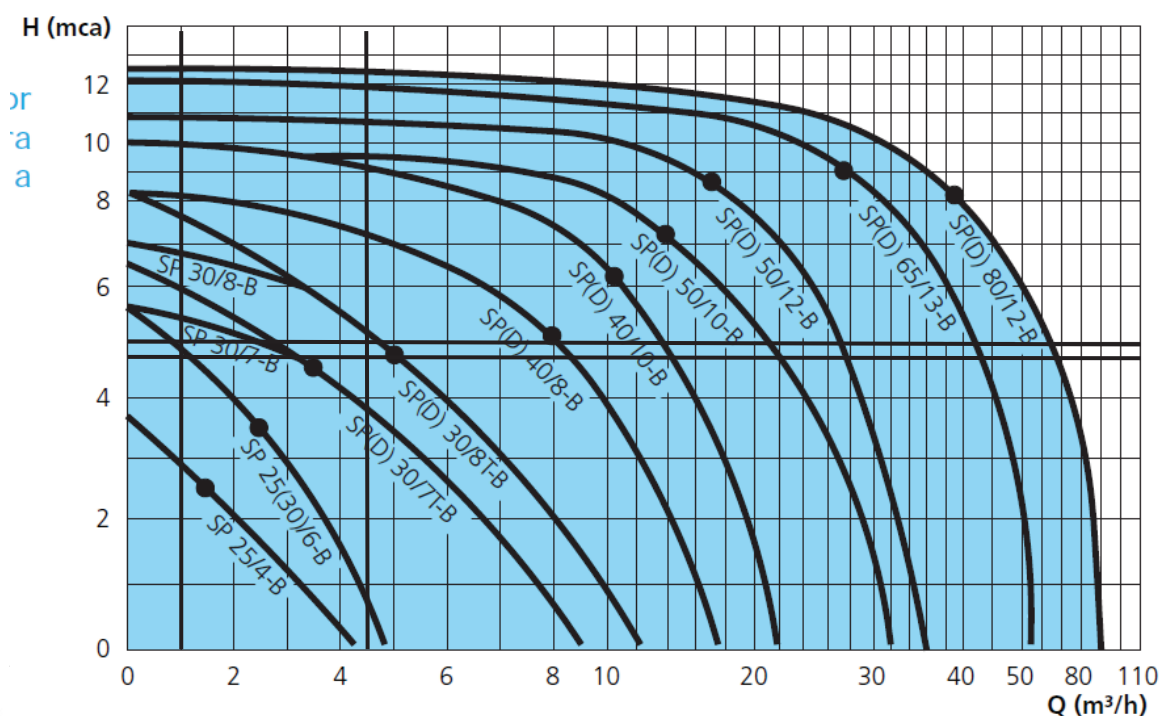
### 4.6.2. A.C.S.

Una vez conocidos el caudal y las pérdidas de carga de la instalación completa, se procede a seleccionar la bomba necesaria que se colocará en el circuito secundario. La calefacción requiere un caudal máximo de 4500 l/h con unas pérdidas máximas de carga de 4,87 mca. Se ha escogido el modelo **SP 30/8 T-B** de la marca **Sedical**

### 4.6.3. CIRCUITO SOLAR

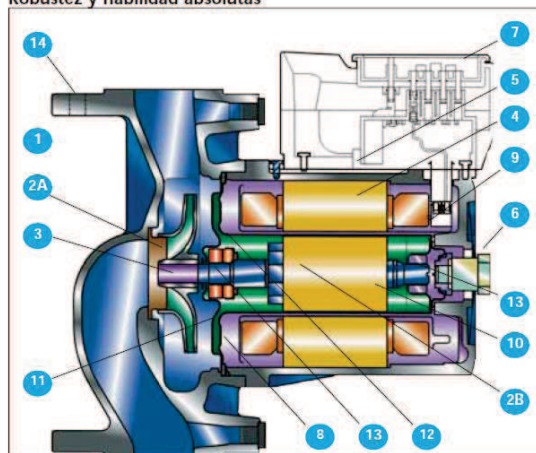
Incorporaremos un grupo de bombeo que impulsará el líquido por el circuito primario, que será modulable en función de la temperatura del fluido. **GRUNFOS UPS Solar 25-120 180**, capaz de impulsar el fluido caloportador a lo alto de la cubierta.

A continuación se pueden ver las características de estas bombas:



TIPO	DN		Distancia entre bridas mm	P1 (max.) W			Consumo / l max. A			Peso Simple	Peso Doble	Condens.
	Con racores	Sin racores		3 x 400 V	3 x 230 V	1 x 230 V	3 x 400 V	3 x 230 V	1 x 230 V	kg	kg	μF
SP 25/4-B	1"H	1 1/2"M	180	---	---	50	---	---	0,2	2,8	---	1,5
SP 25/6-B				---	---	96	---	---	0,5	3,0	---	2,0
SP 30/6-B	1 1/4"M	2"H	180	---	---	96	---	---	0,5	3,0	---	2,0
SP(D) 30/7T-B				210	---	---	0,4	---	---	4,5	11,5	---
SP 30/7-B				---	---	215	---	---	0,9	4,5	---	3,0
SP(D) 30/8T-B				285	---	---	0,6	---	---	4,5	11,5	---
SP 30/8-B	---	---	---	---	---	250	---	---	1,1	4,5	---	5,0

Robustez y fiabilidad absolutas



Modelos: SP(D) / SM(D) / SA / A(D) - B

## DESPIECE

- 1 CUERPO DE BOMBA
- 2 A EJE DEL MOTOR
- B ROTOR
- 3 RODETE
- 4 ESTATOR
- 5 CARGASA DEL MOTOR
- 6 TORNILLO DE DESAIREACIÓN Y COMPROBACIÓN DE GIRO
- 7 CAJA DE CONEXIONES
- 8 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD
- 9 CAMISA DEL ESTATOR
- 10 CAMISA DEL ROTOR
- 11 PLATO DE CIERRE DEL ROTOR
- 12 SOPORTE DEL COJINETE
- 13 COJINETES
- 14 ORIFICIOS DE LAS BRIDAS

DIN 2531 PN 6 - DIN 2532 PN 10

## 4.7 CHIMENEA

La evacuación de los productos de la combustión en las instalaciones térmicas se diseña y dimensiona bajo los siguientes criterios:

El tramo horizontal de sistema de evacuación, con pendiente hacia el generador de calor, es lo más corto posible.

Se dispone de un registro en la parte inferior del conducto de evacuación que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.

Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud son los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrán el certificado CE conjuntamente con la caldera.



En ningún caso el diseño de la terminación de la chimenea obstaculiza la libre difusión en la atmosfera de los productos de la combustión.

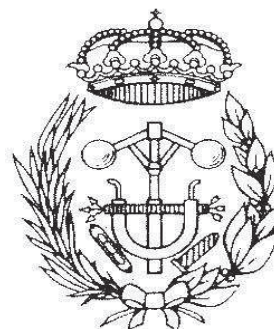
Según lo detallado anteriormente la chimenea que se va a utilizar en nuestra instalación tiene las siguientes características:

- Diámetro del conducto: 150 mm que corresponde con el diámetro de la salida de humos de la caldera.
- Material: acero inox/aislante/acero inox para que los humos puedan salir a elevada temperatura y no condensar.
- El acero inoxidable será AISI 304 18110 con aislamiento de alta densidad.

---

Mikel Navarro Ortega

Noviembre 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN NAVE  
INDUSTRIAL

DOCUMENTO 3: PLANOS

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13

## INDICE

PLANO N°1: EMPLAZAMIENTO

PLANO N°2: PLANTA NAVE. ESTADO ACTUAL

PLANO N°3: PLANTA OFICINAS Y VESTUARIOS. ESTADO ACTUAL

PLANO N°4: DISTRIBUCION

PLANO N°5: INSTALACION CALEFACCION

PLANO N°6: INSTALACION A.C.S.

PLANO N°7: SALA MAQUINAS

PLANO N°8: MATERIALES

PLANO N°9: CUBIERTA. PLACAS SOLARES

PLANO N°10: ESQUEMA HIDRAULICO

---

Mikel Navarro Ortega

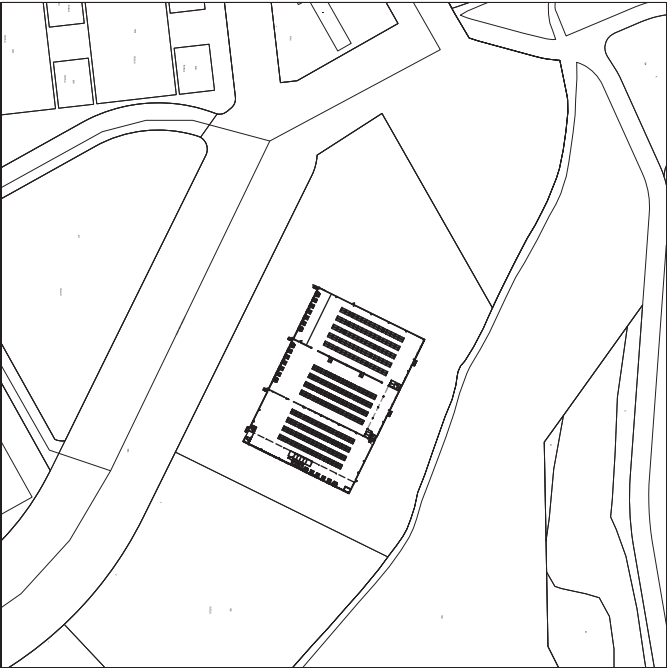
Noviembre 2013




ESCALA 1:150000

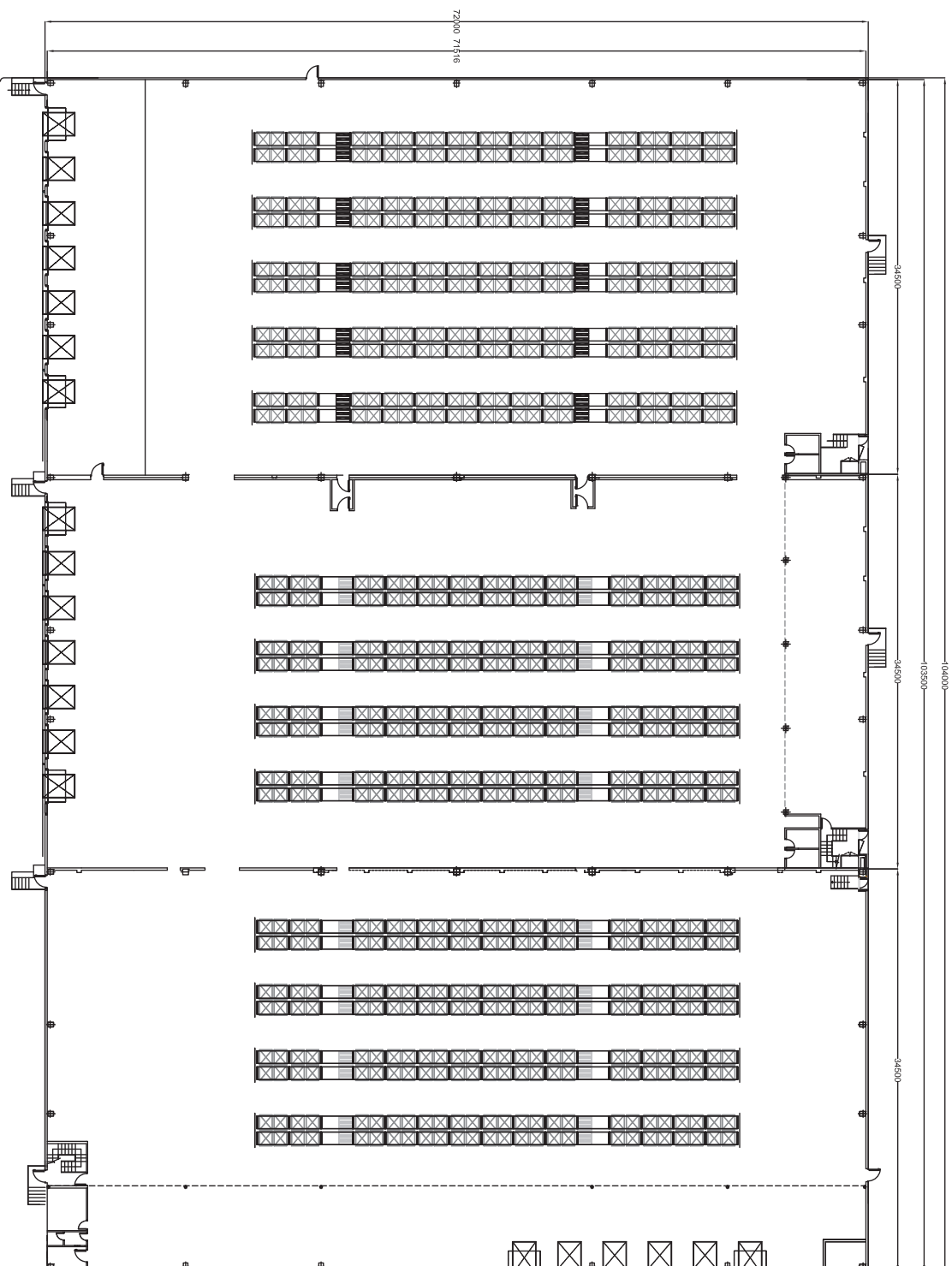


ESCALA 1:17000



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: <b>DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS</b>		REALIZADO: <b>NAVARRO ORTEGA, MIKEL</b>		FIRMA:	
PLANO:		FECHA: 8/10/2013		ESCALA: -	
<b>EMPLAZAMIENTO</b>				Nº PLANO: 1	





  
 Universidad Pública  
 de Navarra  
 Nafarroako  
 Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
 INGENIERO  
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:  
 DEPARTAMENTO DE  
 PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS  
 Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE  
 CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:  
**NAVARRO ORTEGA, MIKEL**

FIRMA:

PLANO:

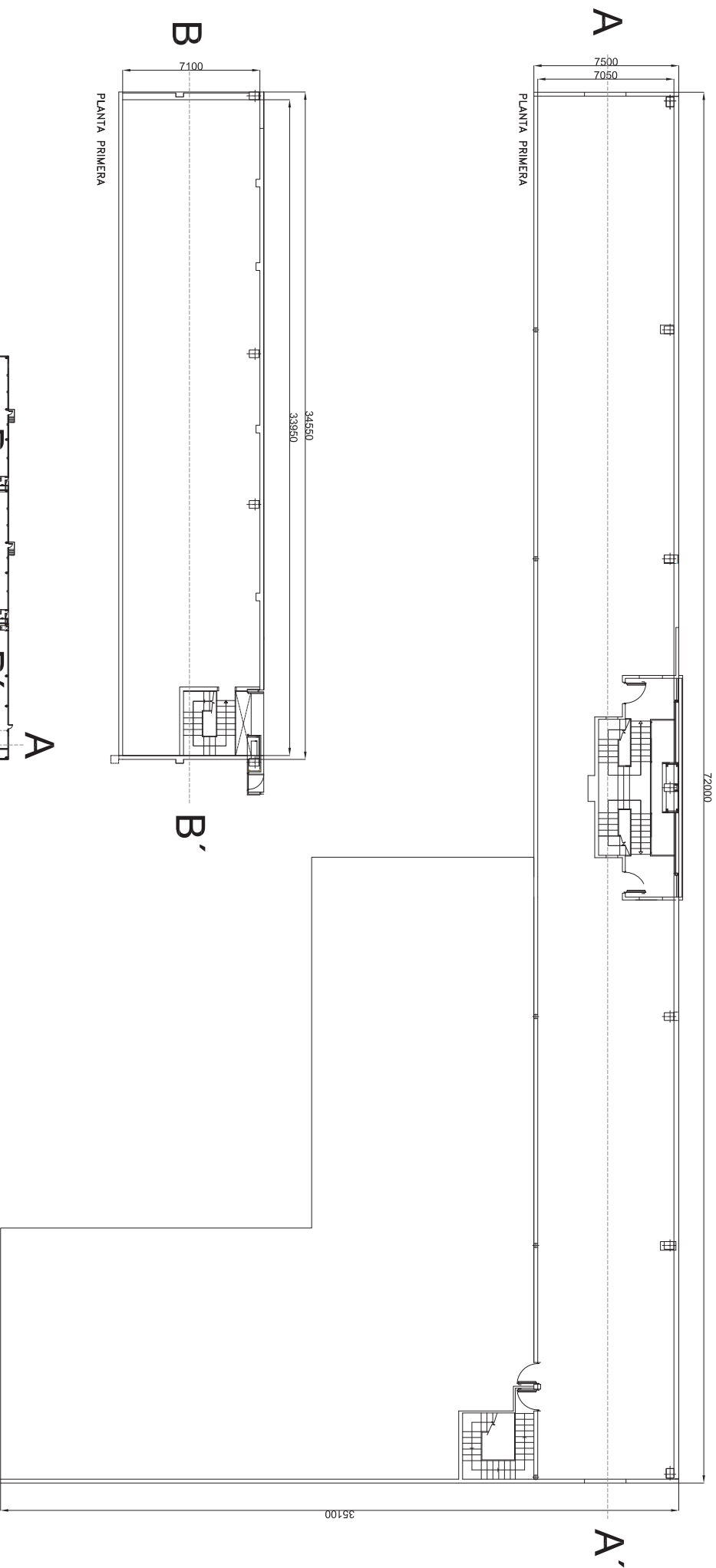
**PLANTA NAVE. ESTADO ACTUAL**


FECHA:  
 8/10/2013

ESCALA:  
 1:400

N° PLANO:  
 2

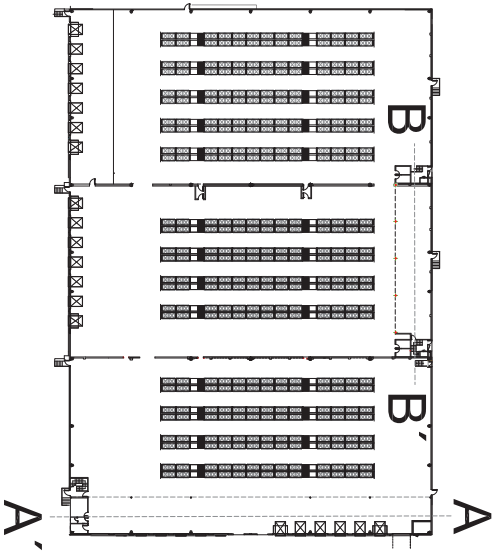
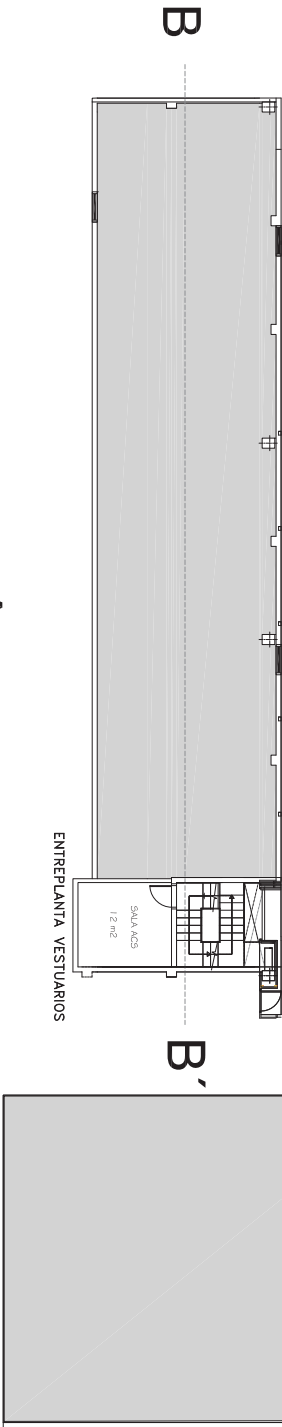
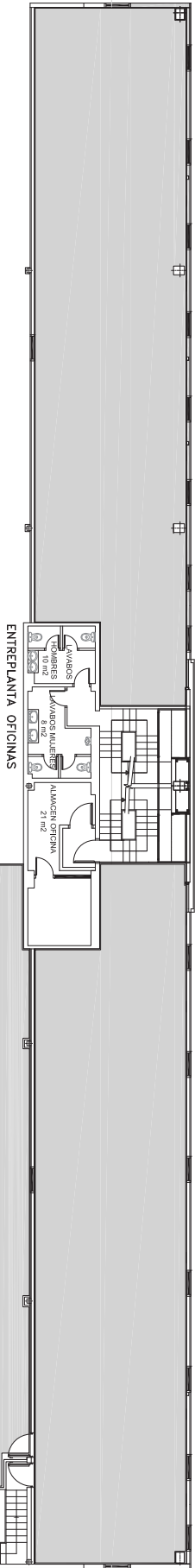





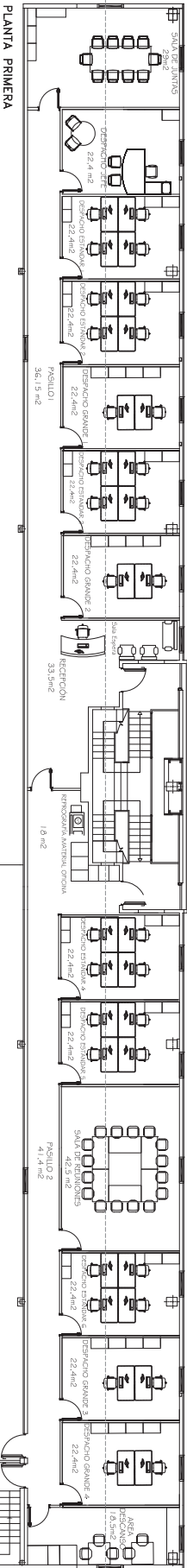
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: PROYECTOS E ING. CIVIL	
PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS		REALIZADO: NAVARRO ORTEGA, MIKEL		FIRMA:	
PLANO: PRIMERA PLANTA. ESTADO ACTUAL		FECHA: 8/10/2013		ESCALA: 1:150	
				Nº PLANO: 3	

Todos los derechos reservados  
Reservados todos los derechos  
de propiedad intelectual y de  
publicación. Queda permitida  
la reproducción parcial de  
este documento con fines  
educativos, siempre que se  
cite la fuente y se permita  
la explotación económica y  
comercial. No se permite  
la explotación económica y  
comercial sin el consentimiento  
escrito de todos los titulares  
de los derechos reservados.

Uso	Superficie (m <sup>2</sup> )
ENTREPLANTAS	
SALA ACS	12
LAVABOS OFICINAS (Mujeres)	8
LAVABOS OFICINAS (Hombres)	10
ALMACEN OFICINA	21,50
TOTAL SUPERFICIE INTERIOR	48,50

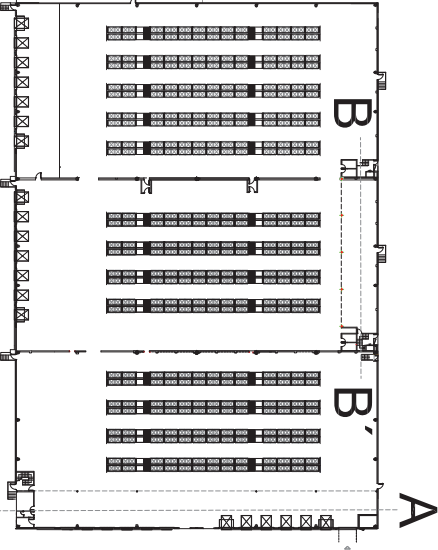
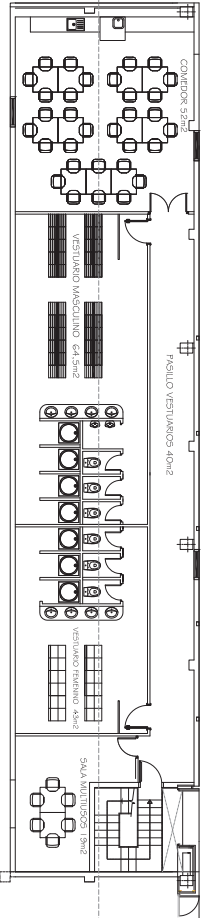



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	
PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTIARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS		DEPARTAMENTO: PROYECTOS E ING. FUE.	
REALIZADO: NAVARRO ORTIZ, A. MIKEL		FIRMA:	
PLANO:	DISTRIBUCIÓN ENTREPLANTAS	FECHA:	8/10/2013
ESCALA:	1:150	Nº PLANO:	6



Uso	Superficie (m2)
ALTILO VESTUARIOS	
COMEDOR	56
PASILLO VESTUARIOS	30
VESTUARIO MASCULINO	64.50
VESTUARIO FEMENINO	43
COMITE	19
TOTAL VESTUARIOS	212.5

ALTILO OFICINAS	
SALA DE JUNTAS	29
DESPACHO JEFE	22.4
OFICINA ESTANDAR 1	22.4
OFICINA ESTANDAR 2	22.4
OFICINA GRANDE 1	22.4
OFICINA ESTANDAR 3	22.4
PASILLO OFICINAS 1	36.15
OFICINA GRANDE 2	22.4
RECEPCION	36.5
ESCALERA OFICINAS	39.50
REPROGRAFIA MATERIAL OFICINA	18
OFICINA ESTANDAR 4	22.4
OFICINA ESTANDAR 5	22.4
SALA REUNIONES	42.50
PASILLO OFICINAS 2	41.4
OFICINA GRANDE 3	22.4
OFICINA GRANDE 4	22.4
OFICINA ESTANDAR 6	22.4
ALMACEN	31
FORJADO VACIO	533
TOTAL OFICINAS	1062.15





Universidad Pública  
de Navarra  
Departamento de Ingeniería Industrial  
M. TECNICO INDUSTRIAL M.

PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS  
Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE  
CALEFACCION Y ACS

REALIZADO:  
NAVARRO ORTIZ, M. I.

PLANO: DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA

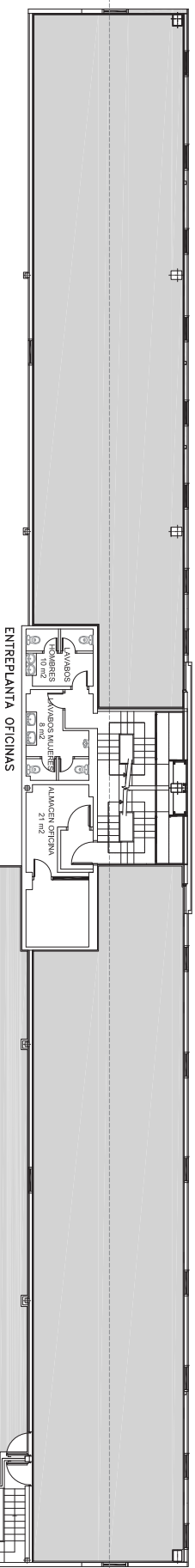
FECHA: 8/10/2013

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. INDUSTRIAL

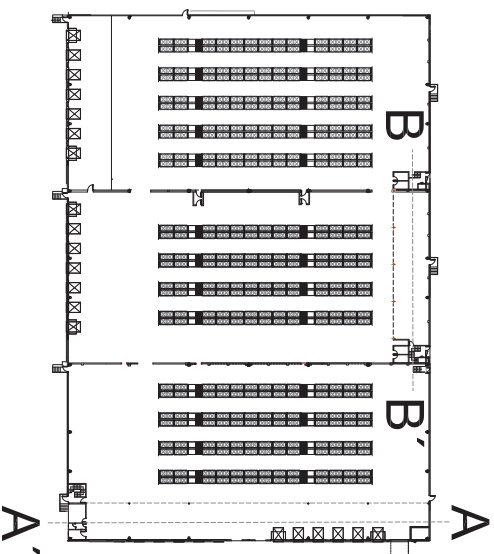
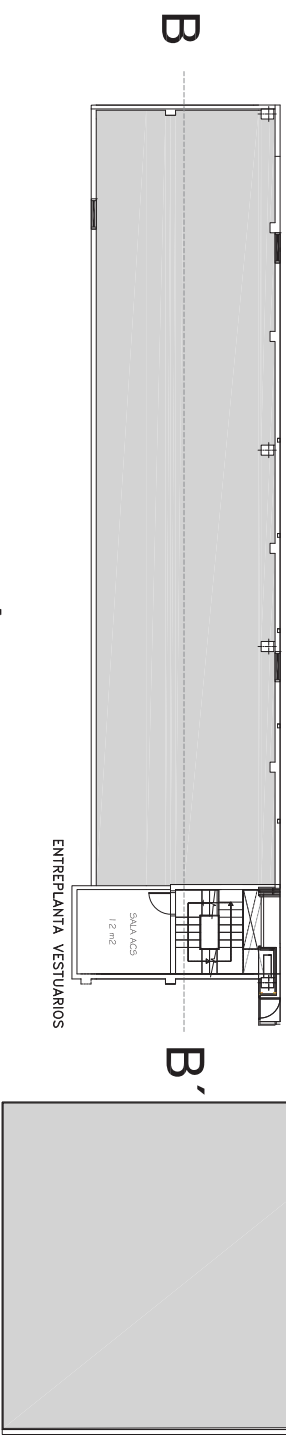
FECHA: 8/10/2013

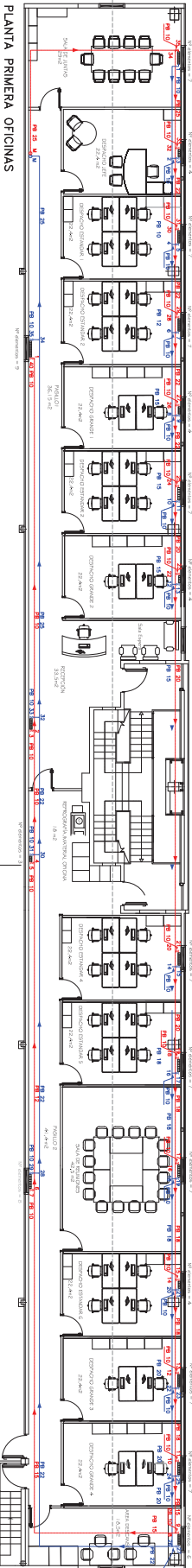
ESCALA: 1:150

Nº PLANO: 5

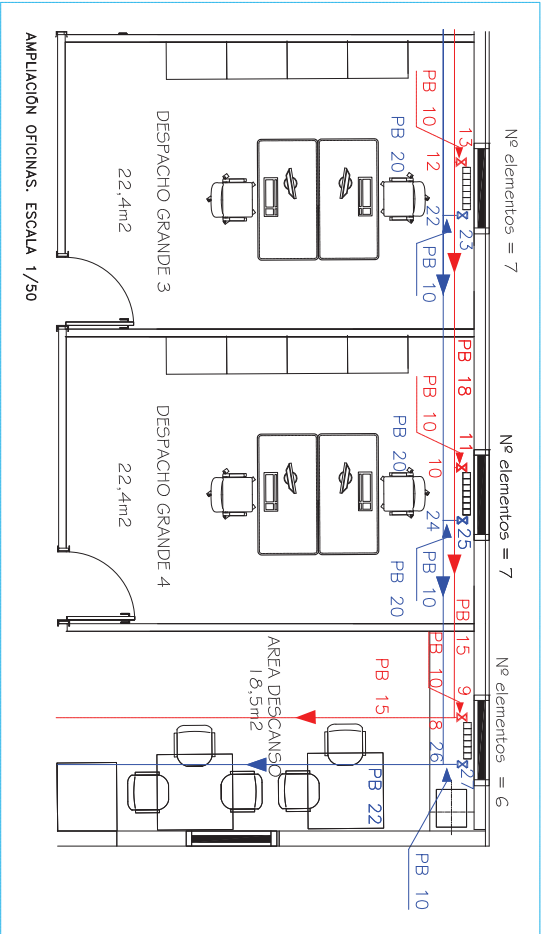


Uso	Superficie (m <sup>2</sup> )
ENTREPLANTAS	
SALA ACS	12
LAVABOS OFICINAS (Mujeres)	8
LAVABOS OFICINAS (Hombres)	10
ALMACEN OFICINA	21.50
TOTAL SUPERFICIE INTERIOR	48.50

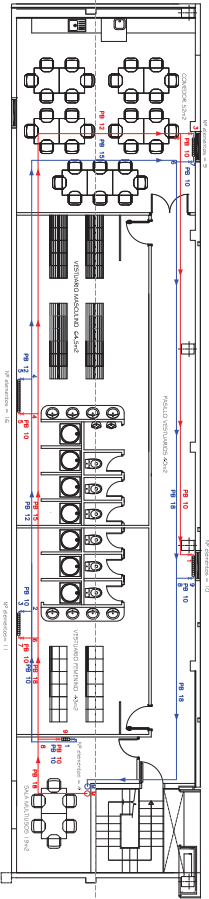




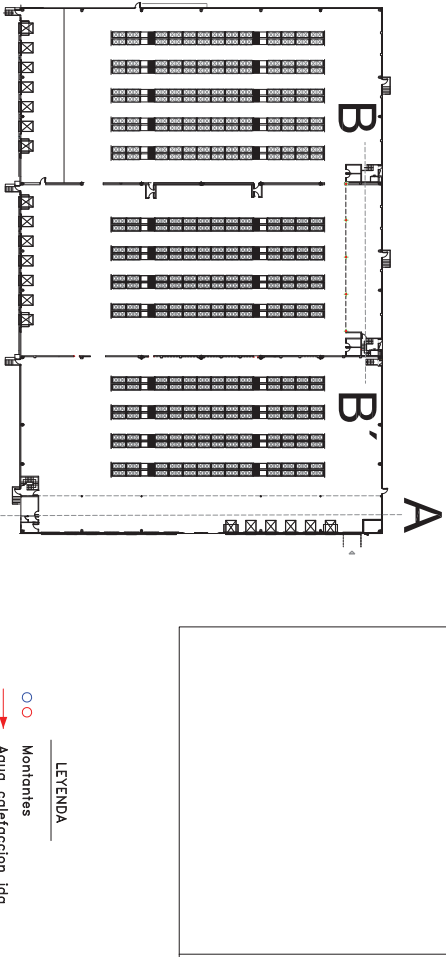
PLANTA PRIMERA OFICINAS



AMPLIACIÓN OFICINAS. ESCALA 1/50




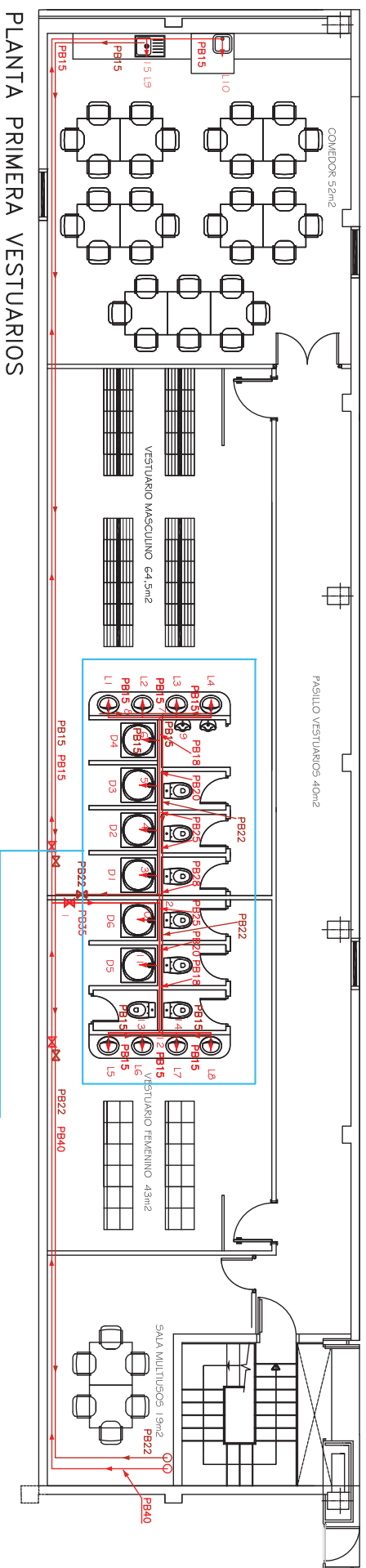
PLANTA PRIMERA VESTUARIOS



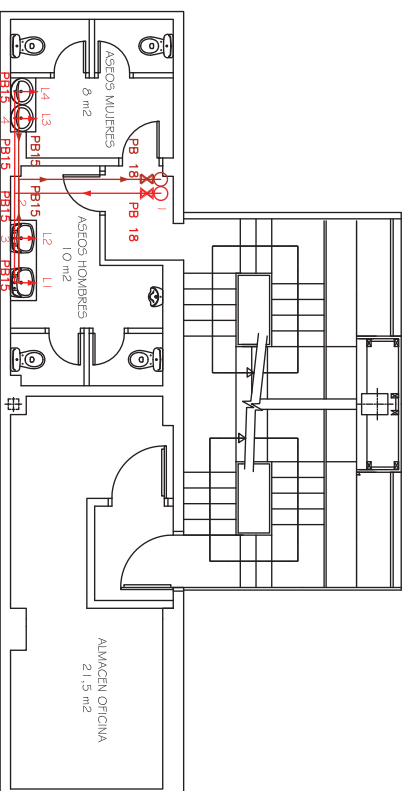
LEYENDA

- Montantes
- Agua calefacción ida
- ← Agua calefacción retorno
- × Llave de paso agua caliente
- × Llave de paso agua fría

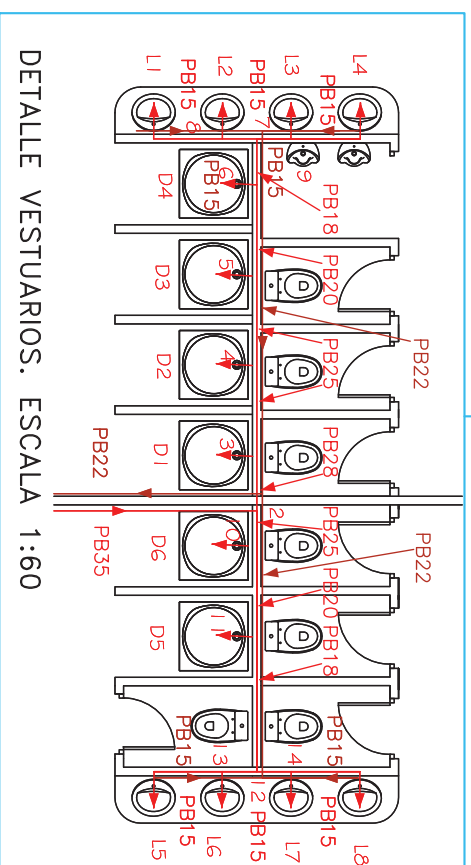
 Universidad Pública de Navarra Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERIA
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		
PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS			
PLANO:  INSTALACIÓN CALEFACCION	REALIZADO: NAVARRO ORTEGA, J. M.		FIRMA:
	FECHA: 8/10/2013		
	ESCALA: 1:150		
	Nº PLANO: 7		



PLANTA PRIMERA VESTUARIOS



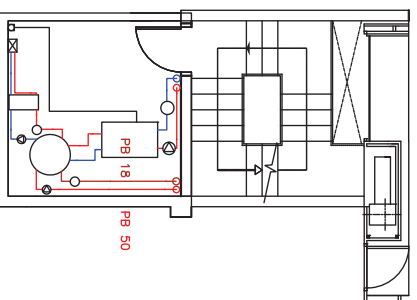
ENTREPLANTA OFICINAS



DETALLE VESTUARIOS. ESCALA 1:60

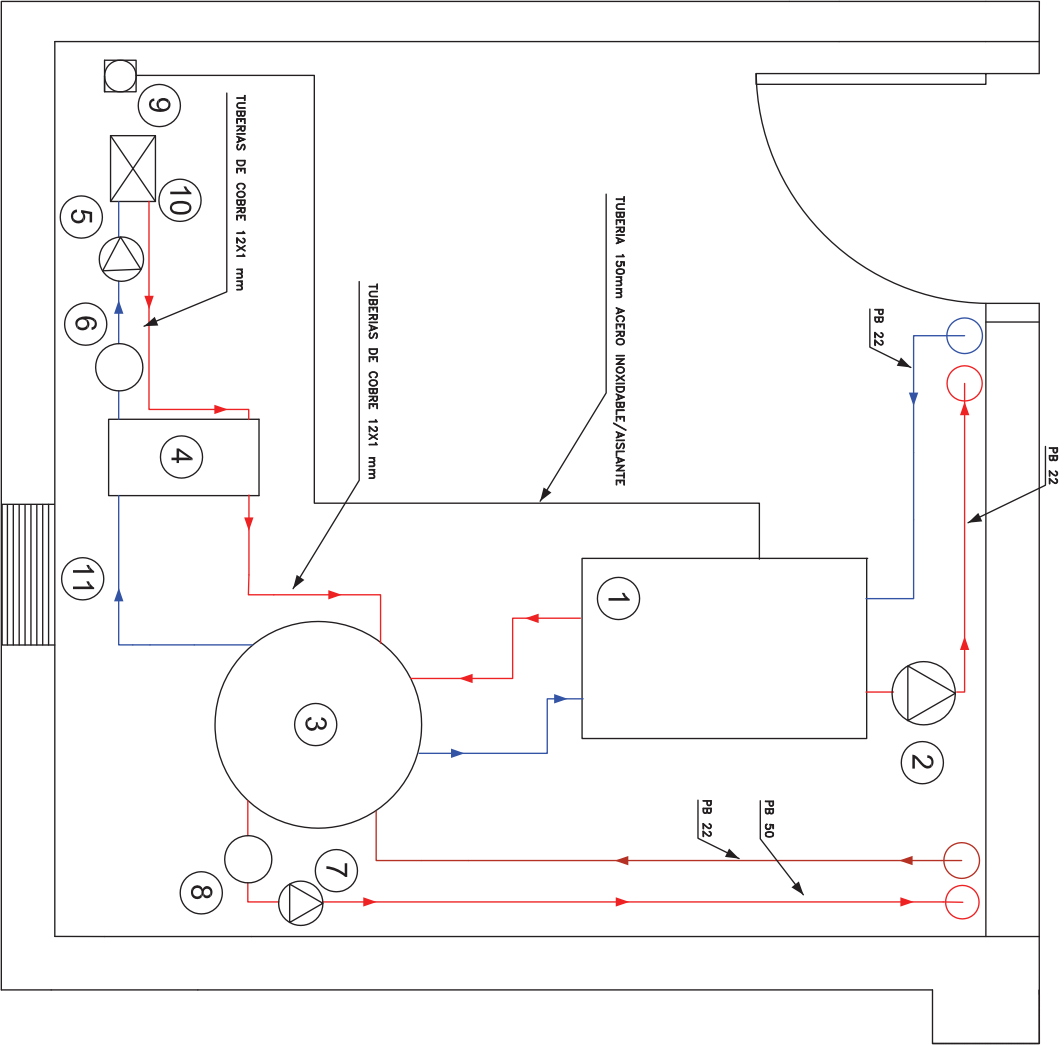
# LEYENDA

- ○ Montantes
- Agua caliente sanitaria ida
- Red de retorno
- × Llave de paso ACS
- × Llave de paso red retorno




ENTREPLANTA VESTUARIOS

PROYECTO: <b>DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA Nañarroko Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	
PLANO: <b>INSTALACIÓN A.C.S.</b>		REALIZADO: <b>NAVARRO ORTEGA, MIKEL</b>	
FECHA: <b>8/10/2013</b>		ESCALA: <b>1:100</b>	
FIRMA:		N° PLANO: <b>8</b>	



1. Caldera FAGOR modelo ATILA 40 M
2. Bomba modelo **SP 30/7B** de la marca **SEDICAL**
3. Depósito intercambiador ACS LOGALUX SM 400 de EUCLISA
4. Intercambiador solar IP 25 de la marca FAGOR
5. Bomba **GRUNFOS UPS Solar 25-120 180**
6. Vaso de expansión **8 SMF** de la casa **SALVADOR ESCODA S.A**
7. Bomba modelo **SP 30/8 T-B** de la marca **Sedical**
8. Vaso de expansión de la marca **SEDICAL** modelo **SI2**.
9. Chimenea Ø150mm
10. Bajante solar
11. Extractor aire 200 m3/h ventilacion forzada

- Agua caliente sanitaria Ida
- Red de retorno
- Agua calefacción ida
- Agua calefacción retorno

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: <b>DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS</b>		REALIZADO: <b>NAVARRO ORTEGA, MIKEL</b>		FIRMA:	
PLANO:		FECHA:		ESCALA:	
<b>SALA MAQUINAS</b>		8/10/2013		1:20	
				Nº PLANO:	
				9	



## CERRAMIENTOS

1. Hornigón (dado <2500)0,01 ámar  
de 1,3cm + XPS Expandido con densidad  
de carbón CO2 (0,03) W/ink 14,5cm +  
Aluminio 0,1cm + MW lana mineral  
(0,035) W/ink 4,6cm + Aluminio 0,1cm +  
Pisca de yeso laminado [PVL] 750 < d  
900 1,5cm
2. Pisca de yeso laminado [PVL] 750 <  
d < 900 1,5cm + MW lana mineral  
(0,035) W/ink 4,6cm + Pisca de yeso  
laminado [PVL] 750 < d < 900 1,5cm
3. Pisca de yeso laminado [PVL] 750  
< d < 900 1,5cm + MW lana mineral

2. Placa de yeso laminado [PVL] 750 < d < 900 1,5cm + MW lana mineral (0,035 W/mK) 4,6cm + Placa de yeso laminado [PVL] 750 < d < 900 1,5cm
3. Placa de yeso laminado [PVL] 750 > d < 900 1,5cm + MW lana mineral (0,035 W/mK) 4cm + Bloque de hormigón convencional 20cm

3. Placa de yeso laminado [PYL] 750 <math>d < 900\text{ mm}</math> + MW lana mineral (0.035 W/mK) 4cm + Bloque de hormigón convencional 20cm

## TECHO

Plaqueta o baldosa cerámica tem + Mortero de cemento o cal para alfilerado y para revoco interior 1250 < d ≤ 1450 4cm + XPS Expandido con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (0,034 W/mK) 6cm + Betún fieltro o lámina tem + Hormigón con arcilla expandida como árido principal 140005Forjado unidireccional (Elemento resistente) 30cm + Cámara de aire sin ventilar 10cm + Placa de yeso o escayola 750 < d < 900 1,5cm

## SUELO

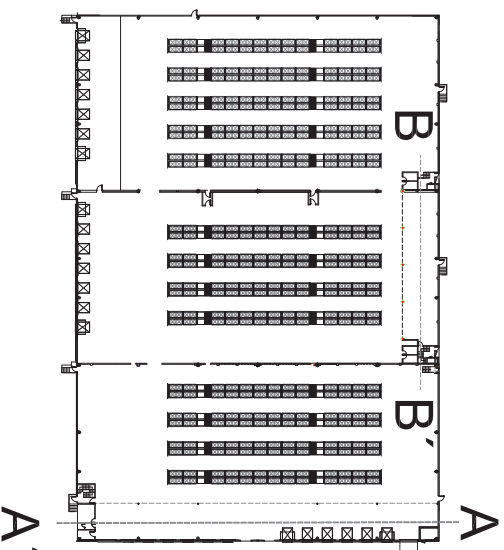
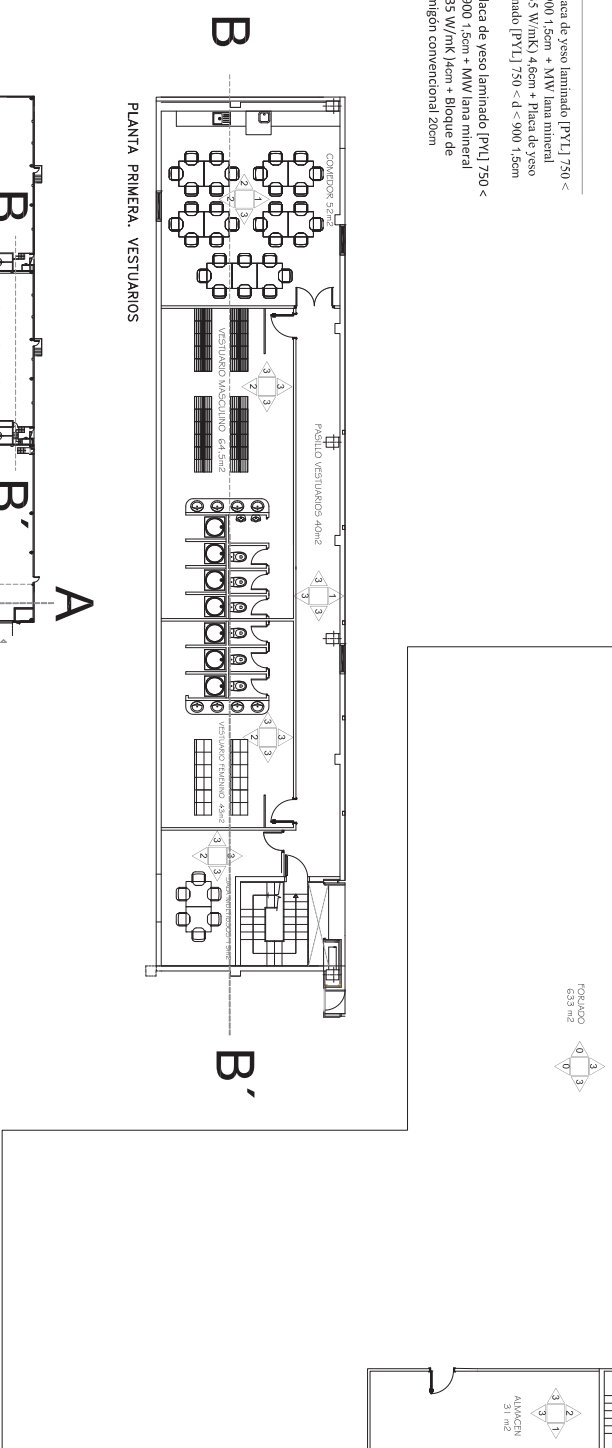
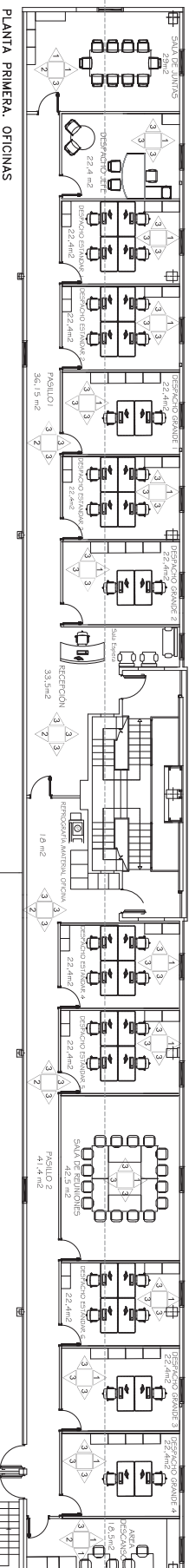
Frondosa de peso medio 565 < d < 750 1,8cm +  
Hormigón con arcilla expandida como árido  
principal d 1400 7cm + FU Entrevigado  
cerámico -Canto 300 mm + Poliestireno  
expandido 4cm + Cámara de aire sin ventilar  
10cm + Placa de yeso o escayola 750 < d < 900  
1,5cm


## VENTANAS

Ventanas ALUCAN AL-29 de 1,5 m x 1,2 m con cristal revestido

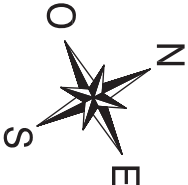
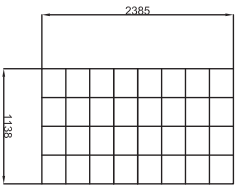
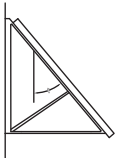
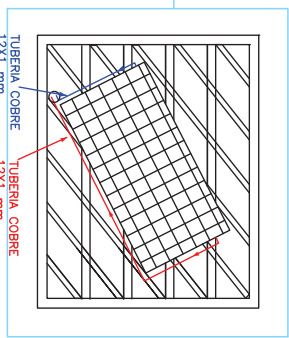
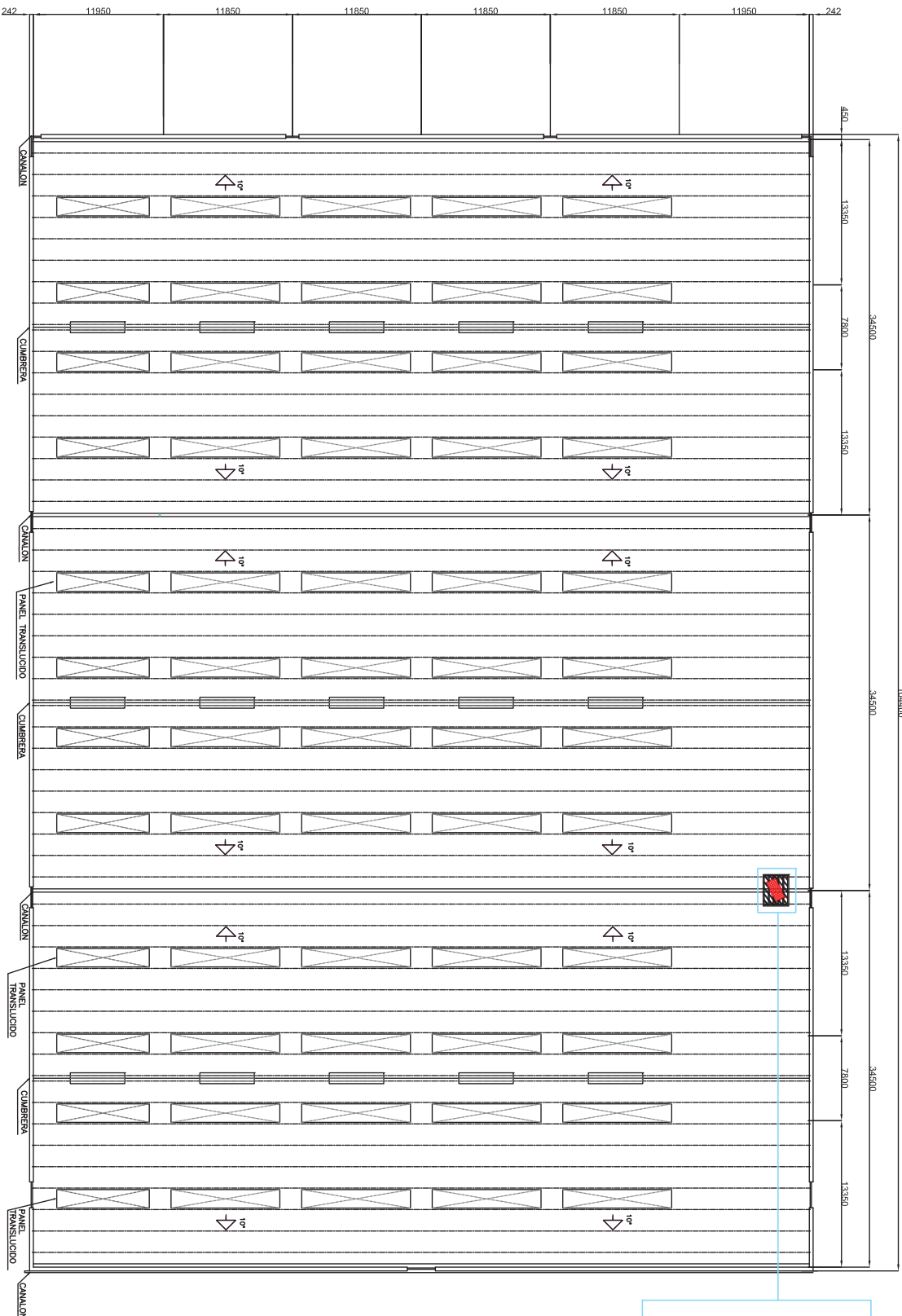
## PUERTAS

Puerta MZ Thermo TPS 011, marca Hormann



 Universidad Pública de Navarra Navarra Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACION DE CALEFACCION Y ACS		
PLANEO:  MATERIALES	REALIZADO: NAVARRO ORTEGA, Mikel		FIRMA:  <div>             FECHA: 8/10/2013             ESCALA: 1:150             Nº PLANO: 10           </div>





PLANTA CUBIERTA

Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

**E.T.S.I.I.T.**  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:  
DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS  
Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE  
CALEFACCION Y ACS**

REALIZADO:

**NAVARRO ORTEGA, MIKE**

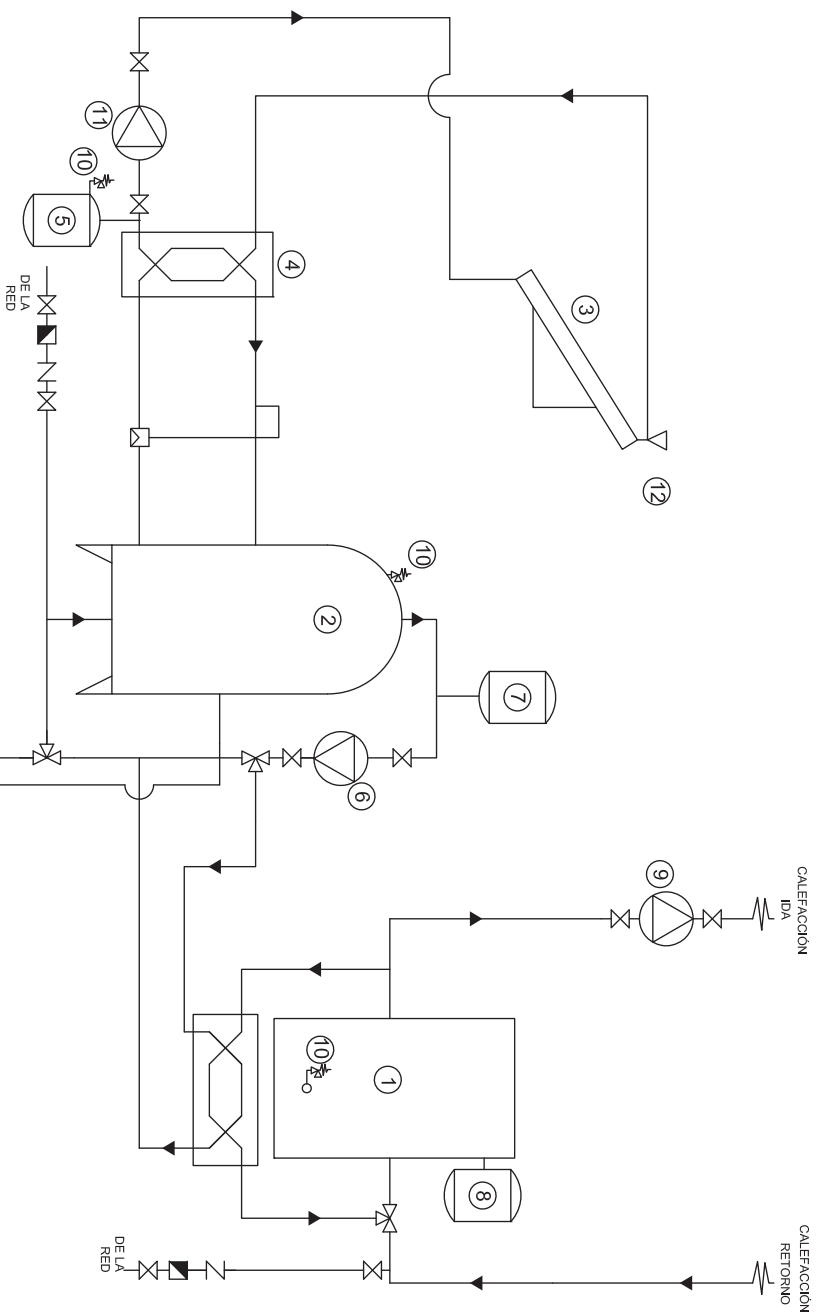
PLANO:

**CUBIERTA**

FECHA:  
8/10/2013


ESCALA:  
1:400

Nº PLANO:  
11



- ① Caldera FAGOR modelo ATILA 40N
- ② Interacumulador LOGALUX SM400 de la marca EUCLISA
- ③ Captador Solar VIESSMAN VITOSOL 100W/2,5
- ④ Intercambiador solar IP 25 de la marca FAGOR
- ⑤ Vaso de expansión 8 SMF marca SALVADOR ESCODA
- ⑥ Bomba SP 30/8T-B marca SEDICAL
- ⑦ Vaso de expansión SEDICAL modelo S12.
- ⑧ Vaso de expansión 10 litros incluida en la caldera
- ⑨ Bomba SP 30 /7B marca SEDICAL
- ⑩ Válvula de seguridad SV68M PNEUMATEX
- ⑪ Bomba GRUNFOS UPS Solar 25-120 180
- ⑫ Purgador automatico modelo 515 latera VALGROUP

- ☒ Válvula motorizada de 3 vías
- ☐ Contador de caudal
- ☐ Válvula de retención de disco
- ☒ Válvula de esfera
- ☒ Calorímetro

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	
PROYECTO: <b>DISTRIBUCION EN PLANTA DE OFICINAS Y VESTUARIOS E INSTALACIÓN DE CALEFACCION Y ACS</b>		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
REALIZADO: <b>NAVARRO ORTEGA, MIKE</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>ESQUEMA HIDRAULICO</b>		FECHA: <b>8/10/2013</b>	ESCALA: <b>Nº PLANO 12</b>



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN NAVE  
INDUSTRIAL

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13



## ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES.....	4
2. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS	
2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS.....	5
2.1.1 DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS .....	5
2.1.2 OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL	
CONSTRUCTOR Y CONTRATISTA.....	6
2.1.3.- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS	
TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.....	9
2.2 DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	13
2.3 DISPOSICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	15
3. CONDICIONES DE LOS COMPONENTES EN LA INSTALACIÓN	
3.1. INTRODUCCIÓN.....	16
3.2. EQUIPOS Y MATERIALES	
3.2.1.CALDERA.....	16
3.2.2.QUEMADORES.....	19
3.2.3.CIRCULADORES.....	20
3.2.4.VASO DE EXPANSIÓN.....	21
3.2.5.VÁLVULAS.....	21
3.2.6.EMISORES DE CALOR.....	22
3.2.7.TERMOSTATOS.....	22
3.2.8.TUBERÍAS.....	23
3.2.9.AISLANTE.....	23
3.2.10.CHIMENEA.....	23
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ENERGÍA SOLAR	
4.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	25
4.2. REQUISITOS GENERALES.....	25
4.2.1. FLUIDO DE TRABAJO.....	25
4.2.2. PROTECCIÓN CONTRA HELADAS.....	26
4.2.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECIENTAMIENTOS.....	26



4.2.4. PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.....	27
4.2.5. PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES ALTAS TEMPERATURAS.....	27
4.2.6. PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO.....	27
4.2.7. PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS.....	27
<b>5. CONDICIONES DE MONTAJE</b>	
5.1. GENERALIDADES .....	28
5.2. TUBERIAS Y VÁLVULAS .....	29
5.3. GRUPO TÉRMICO .....	30
5.4. CHIMENEA.....	31
5.5. EMISORES .....	32
5.6. INTERACUMULADOR .....	32
5.7. CIRCULADORES .....	33
<b>6. GARANTÍAS DE CALIDAD Y CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA.....</b>	<b>33</b>
<b>7. PROTOCOLO DE PRUEBAS. MONTAJE.....</b>	<b>34</b>
<b>8. CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>35</b>
<b>9. PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.....</b>	<b>36</b>
<b>10. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO</b>	
10.1.- GENERALIDADES.....	37
10.2.- VIGILANCIA.....	37
10.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	37
10.4.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	38
<b>11. OBSERVACIONES.....</b>	<b>39</b>



## **1. DISPOSICIONES GENERALES.**

El presente pliego forma parte de la documentación del proyecto, que se cita y regirá en las obras para la realización del mismo.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero Director de la obra.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el Proyecto y demás documentos redactados por el Ingeniero autor del mismo.

La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en la Memoria.

Cualquier variación que se pretendiere ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del Ingeniero Director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada.

En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del señor Propietario.

Asimismo, la contrata nombrará un encargado general, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del encargado será la de atender y entender las órdenes de la dirección facultativa, conocerá el presente "Pliego de Condiciones" exhibido por la contrata y velará de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un "Libro de Órdenes y Asistencias" del que se hará cargo el encargado que señale la dirección. La dirección escribirá en el mismo aquellos datos, órdenes o circunstancias que estime convenientes. Asimismo, el encargado podrá hacer uso del mismo, para hacer constar los datos que estime convenientes.

El citado "Libro de Ordenes y Asistencias" se regirá según el Decreto 462/1.971 y la orden de 9 de Junio de 1.971.

Para el diseño de la instalación y la redacción de este proyecto se han tenido en

cuenta principalmente lo siguiente normativa:

Código Técnico de la Edificación (CTE) con sus documentos HE 1 y HS 4.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas (ITE).

## **1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

### **2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS**

#### **2.1.1.- DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS**

**EL INGENIERO DIRECTOR:**

Corresponde al ingeniero director:

- a) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- b) Asistir a la obra, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- c) Coordinar la intervención de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- d) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación total y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- e) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del ingeniero técnico, el certificado final de la misma.

**EL CONSTRUCTOR:**

Corresponde al constructor:

- a) Organizar los trabajos de instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, cuando se requiera, el plan de seguridad e higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las

medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- c) Suscribir con el ingeniero técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del ingeniero técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- g) Facilitar al ingeniero técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **2.1.2.- OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA:**

- Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. En caso de no efectuar la citada consignación, se sobreentenderá realizada una vez comenzada la obra.
- El constructor, a la vista del proyecto de ejecución y el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra a la aprobación del coordinador en materia de seguridad y salud de la dirección facultativa.





- El constructor habilitará en la obra una oficina en la que debe existir una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse planos. En dicha oficina tendrá el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el ingeniero técnico.

- La licencia de obra.

- El libro de órdenes y asistencias.

- El plan de seguridad e higiene.

- El libro de incidencias.

- El reglamento y ordenanza de seguridad e higiene en el trabajo.

- La documentación de los seguros.

Dispondrá además el constructor una oficina para la dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

- El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de “condiciones particulares de índole facultativa”, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al ingeniero para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

- El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al ingeniero técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los

reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el ingeniero técnico dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios en alguna unidad de obra en más del 5 por 100 o del total del presupuesto en más de un 3 por 100.

- Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del ingeniero técnico.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

El constructor podrá requerir del ingeniero técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

- Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones demandas de la dirección facultativa, solo podrá presentarlas, a través del ingeniero, ante la propiedad, si son de origen económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero técnico, no se admitirá reclamación alguna,

pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigido al ingeniero técnico, el cual podrá limpiar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

- El constructor no podrá recusar al ingeniero técnico, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

- El ingeniero técnico, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

### **2.1.3.- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS, A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES**

- El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándose en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero técnico del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.



- De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra.

Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero técnico o en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del ingeniero técnico. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

- El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos d obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.



- Todos los trabajos se ejecutaran con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo responsabilidad y por escrito entreguen el ingeniero técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 11.

- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se entregarán : uno, al ingeniero técnico y, otro, al contratista, firmados todos ellos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

- El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “condiciones generales y particulares de índole técnica” del pliego de condiciones y realizar todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al ingeniero técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero de la obra, quien resolverá.



- Si el ingeniero técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocerlos trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al ingeniero técnico.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

- El constructor tienen libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas o el presupuesto detallado preceptúen una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al ingeniero técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero técnico, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no la sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del ingeniero técnico, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.



- Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

## **2.2 DISPOSICIONES ECONÓMICAS.**

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole Económica", se establece el principio de que el contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero director, en nombre y representación del propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero Director y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato, señalados en los documentos

relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de índole facultativa", sino en el caso de que el ingeniero director o el contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del proyecto, a las condiciones de la contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Ingeniero director, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente "Pliego de Condiciones Generales de índole Económica" a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el proyecto o en el presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido



ocupado por el propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Ingeniero Director se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

### **2.3 DISPOSICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.**

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados, uno de ellos por el propietario, otro por la contrata y tres Ingenieros por el C.O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente, el director de la obra.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la "Resolución General de Instrucciones para la Construcción", de 31 de Octubre de 1.986.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, las Ordenes complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, y en la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1.971, así como lo dispuesto en la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de los Riesgos Laborales.



### **3. CONDICIONES DE LOS COMPONENTES EN LA INSTALACIÓN**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente proyecto se especifican marcas, tipos, modelos, etc. de los componentes básicos de la instalación, que han sido seleccionados a nivel de proyecto en función de sus características técnicas, prestaciones, dimensiones, garantías, etc., con la finalidad de indicar un nivel de calidad.

La aceptación de equipos similares corresponde a la Dirección Facultativa, por lo que el Contratista se verá obligado a instalar las marcas y calidades indicadas en el caso en que las modificaciones no sean aceptadas.

Las variantes que pudiesen plantearse deberán indicarse en sobre aparte y no intervendrán en el estudio comparativo de ofertas. Su incumplimiento será motivo de rechazo de las ofertas.

Cualquier material o elemento de la instalación deberá ser de primera calidad, no siendo usado y encontrarse en perfecto estado. Los materiales y elementos instalados deben aguantar las condiciones de trabajo y no deteriorarse prematuramente.

El contratista debe disponer de la maquinaria y los medios adecuados para realizar la obra en las condiciones correctas y en el tiempo establecido.

Toda la información de los elementos deberá estar expresada en castellano y en unidades de Sistema Internacional.

A continuación se hace un estudio de las condiciones que deben cumplir cada uno de los elementos que forman la instalación de calefacción.

#### **3.2 EQUIPOS Y MATERIALES**

##### **3.2.1 CALDERAS**

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía que dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo,

número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en caracteres indelebles. Cumplirá los requisitos mínimos establecidos en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

Los generadores de calor estarán equipados de un interruptor de flujo, salvo que el fabricante especifique que no requieren circulación mínima.

El fabricante de la caldera deberá suministrar toda la documentación de la misma.

La potencia de los generadores de calor será la necesaria para cumplir con la demanda conjunta en la instalación de calefacción y el 100% de la demanda de la instalación de agua caliente sanitaria.

Como la potencia térmica nominal es inferior a 400 kW, la I.T. 1.2.4. para la instalación suministradora del servicio de calefacción y de agua caliente sanitaria, se podrá emplear un único generador siempre que la potencia demandada por el servicio de agua caliente sanitaria será igual o mayor que la potencia del primer escalón del quemador, se ha colocado un grupo térmico de 80 kW de potencia.

El generador de calor cumplirán con el Real Decreto 1.027/2007 del 20 de julio de de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Los puntos de interés referidos a los sistemas de calefacción con biomasa:

En lo referente a los requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor (IT 1.2.4.2.1), cuando se utilice biomasa como combustible, el rendimiento mínimo instantáneo exigido será del 75% a plena carga. Si se utilizan biocombustibles sólidos se deberá indicar dicho rendimiento para el conjunto caldera-sistema de combustión para el 100% de la potencia máxima. Además, se deberá indicar el rendimiento y la temperatura media del agua del conjunto caldera-sistema de combustión cuando se utilice biomasa, a la potencia máxima demandada por el sistema de calefacción o por el sistema de agua caliente sanitaria.

En caso de tener que realizar un fraccionamiento de la potencia se deberá seguir lo dispuesto en la IT 1.2.4.1.2.2.

Dentro de la seguridad del sistema de calefacción, los sistemas alimentados con biocombustibles sólidos deberán cumplir lo dispuesto en la IT 1.3.4.1.1, es decir, un sistema de interrupción del funcionamiento de la combustión y del retroceso de la llama, un sistema de evacuación del calor residual de la caldera como consecuencia del

biocombustible ya introducido antes de la interrupción del funcionamiento del sistema, etc.

Para el cumplimiento de la dimensión de la sala de máquinas deberá cumplirse la IT 1.3.4.1.2.5.

Para el almacenamiento de los biocombustibles sólidos se deberán cumplir las normas contempladas en la IT 1.3.4.1.4. El lugar de almacenamiento podrá estar fuera o dentro del edificio destinado únicamente a este uso, y en función de ello habrá unas normas u otras.

Del mantenimiento y uso mencionando en la IT 3. Es importante destacar que, como norma, en las instalaciones alimentadas con biocombustible sólido se deberá comprobar el estado de almacenamiento del combustible, apertura y cierre del contenedor plegable, limpieza de cenizas, control visual de la caldera, comprobación y limpieza, si procede, del circuito de humos de caldera y conductos de humos y chimeneas y la revisión de los elementos de seguridad. Todo esto está reflejado en la tabla 3.1 “Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad” del mencionado Real Decreto.

Las calderas deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Los generadores de calor con combustibles que no sean gases dispondrán de:

- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión.
- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del quemador que impida que se alcancen temperaturas mayores que las de diseño, que será de rearme manual.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama. Deberán poderse realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, los registros para limpieza necesarios.

Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para la limpieza necesarios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador.

Características del fluido portador.

Contenido de fluido portador de la caldera.

Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera.

Dimensiones máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación: salida de humos, salida y entrada de fluido portador, etc.

Dimensiones de la bancada.

Pesos en transporte y en funcionamiento.

Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento

Curvas de potencia-tiro necesarias en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, deberán incluirse:

Utensilios necesarios para la limpieza.

Aparatos de medida (manómetros y termómetros). Los termómetros medirán la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten termómetros de contacto. Los aparatos de medida irán situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

La caldera estará sometida a la reglamentación de aparatos de presión.

### **3.2.2. QUEMADORES**

Los quemadores dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifiquen, con caracteres indelebles, los siguientes datos:

Nombre del fabricante o importador en su caso.



Marca, modelo y tipo de quemador

Tipo de combustible

Valores límite de gasto honorario.

Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.

Presión de alimentación del combustible del quemador.

Tensión de alimentación.

Potencia del motor eléctrico.

Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, LWA, en decibelios determinado según UNE 7410.

Dimensiones y peso.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

El quemador deberá suministrarse con la documentación siguiente:

Dimensiones y características generales.

Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador.

Esquema eléctrico conexionado.

Instrucciones de montaje.

Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento.

### **3.2.3. CIRCULADORES**

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte manómetro para poder apreciar la presión diferencial.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación quede en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser suficiente para asegurar que no se produzcan fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

Las bombas se seleccionarán de forma que el caudal y las pérdidas de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificada por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.



Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

### **3.2.4. VASO DE EXPANSIÓN**

Los vasos de expansión colocados en la instalación de calefacción son de tipo cerrado.

Deberán absorber las variaciones de volumen del fluido caloportador contenido en el circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo pérdida y reposiciones de la masa de fluido.

La colocación de los vasos de expansión cerrados debe ser preferentemente en la aspiración de las bombas evitando la formación de una bolsa de aire en las mismas. La presión mínima en el vaso deberá ser tal que se eviten los fenómenos de cavitación.

No existirá ningún elemento de corte entre el generador y los vasos de expansión. Los vasos de expansión cerrados deberán colocarse preferentemente en la sala de máquinas. Las membranas de los vasos de expansión serán resistentes a temperaturas de 110°C y a esfuerzos alternativos.

Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

### **3.2.5. VÁLVULAS**

Las válvulas termostáticas serán de latón y estancas en la posición de cierre para una presión diferencial de 0,6 bar. Tendrán un tiempo de respuesta menor de 30 minutos.

Todas las válvulas serán de fácil acceso. La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura).

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba entre la boca y el manguito antivibratorio y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

No producirán pérdidas de presión excesivas cuando se encuentren totalmente abiertas.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito. En la parte más alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.

Mecanismo de acero inoxidable.

Flotador y asiento de acero inoxidable.

Obturador de goma sintética.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal, expresada en bar o kp/cm<sup>2</sup>, y el diámetro nominal expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

### **3.2.6. EMISORES DE CALOR**

Los radiadores y convectores cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 442.

Serán de aluminio, de color blanco y, deberán ser montados y dimensionados por elementos. Se montarán según las instrucciones del fabricante y se colocarán de acuerdo con los planos del presente proyecto.

Se colocarán en la medida de lo posible en la pared fría del local.

Se recomienda la instalación de un detentor a la salida de cada radiador.

Los elementos calefactores serán fácilmente desmontables, sin necesidad de desmontar parte de la red de tuberías.



Dispondrán de llave termostática para regular las emisiones. El salto térmico del agua a través de ellos se considerará de 20 °C, siendo la temperatura de entrada de 90°C y la de salida de 70 °C.

### **3.2.7. TERMOSTATO**

Los termostatos serán del tipo todo-nada.

### **3.2.8. TUBERIAS**

Todas las tuberías cumplirán con la normativa vigente en cuanto a dimensiones y características, según el material de su composición. Para las tuberías de materiales plásticos se tendrá en cuenta los códigos de buenas prácticas AEN/CTN 53/SC 2 y las instrucciones del fabricante en particular.

En todos los circuitos de las instalaciones proyectadas, las tuberías empleadas serán de polibutileno.

Las tuberías deberán ser resistentes a la corrosión y totalmente estables con el tiempo en sus propiedades físicas; resistencias, rugosidad, etc. Tampoco deberán alterar ninguna de las características del agua como el sabor, olor o la potabilidad.

Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante.

### **3.2.9. AISLANTE**

Los espesores del aislamiento deberán cumplir con lo indicado en el RITE en cuanto a eficiencia energética.

### **3.2.10. CHIMENEAS**

Las chimeneas serán de material metálico prefabricado resistente a la acción agresiva de los productos de la combustión y a la temperatura, con la estanqueidad adecuada al tipo de generador empleado. En el caso de chimeneas metálicas la designación según la norma UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2 de la chimenea elegida

en cada caso y para cada aplicación será de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 123001.

La chimenea será de material incombustible de tipo M0 de conformidad con la Norma UNE 32727 liso interiormente, rígido, resistente a la corrosión y capaz de soportar temperaturas de trabajo de 200 °C sin alterarse. Los conductos de evacuación de los aparatos de condensación no están sujetos a la limitación de temperatura.

La chimenea deberá disponer de un punto para la toma de muestras situado preferentemente a 15 cm del collarín del aparato y a un máximo de 40 cm de éste, con el fin de permitir la introducción de una sonda para medir la composición de los gases de escape y el tiro del conducto, cuando el propio aparato no lo incorpore.

Para la evacuación de los productos de la combustión de calderas que incorporan extractor, la sección de la chimenea, su material y longitud serán los certificados por el fabricante de la caldera. El sistema de evacuación de estas calderas tendrá el certificado CE conjuntamente con la caldera y podrá ser de pared simple, siempre que quede fuera del alcance de las personas.

Para el caso de aparatos de tipo estanco, el sistema de evacuación de los productos de la combustión y admisión de aire debe ser el diseñado por el fabricante para el aparato. El extremo final del tubo debe estar diseñado de manera que se favorezca la salida frontal (tipo cañón) a la mayor distancia horizontal posible de los productos de la combustión.

Será necesaria una certificación, acreditativa de que las chimeneas cumplen con lo dispuesto en las normas UNE 123001, UNE-EN 13384-1 y UNE-EN 13384-2, en cuanto a su diseño y cálculo, y en cuanto a materiales con lo indicado en las normas UNE-EN 1856-1 o NTE-ISH-74, según se trate de materiales metálicos o no. Si el certificado de dirección de obra no incluye ya dicha acreditación, será necesaria una certificación extendida por el técnico facultativo competente responsable de su construcción o por un organismo de control. Será responsabilidad del contratista recoger este documento, antes de la puesta en marcha de la instalación.

La chimenea será estanca y no podrá utilizarse para otros usos. Sobresaldrá al menos un metro por encima de la cumbrera del tejado.

Los conductos de unión del tubo de humos a la caldera estarán colocados de tal manera que sean fácilmente desconectables de ésta y serán metálicos.

La chimenea no irá atravesada por elementos ajenos a la misma.



La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes metálicos, que permitirá la libre dilatación de la chimenea.

Antes de empezar las obras el Contratista tendrá que estudiar sobre el terreno los servicios, servidumbres e instalaciones afectadas, considerando la mejor manera de ejecutar la obra sin perjudicarla. En último caso, la Dirección Facultativa indicará el procedimiento a seguir.

## **4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE ENERGÍA SOLAR**

### **4.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### **4.2. REQUISITOS GENERALES**

#### **4.2.1. Fluido de trabajo**

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20° C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes :

- a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 VtS/cm.
- b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l expresados como contenido en carbonato cálcico.
- c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que puedan operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

#### 4.2.2. Protección contra heladas

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura específica sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0° C, deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección antiheladas podrán utilizarse:

1. Mezclas anticongelantes.
2. Recirculación de agua de los circuitos.
3. Drenaje automático con recuperación de fluido.
4. Drenaje al exterior (solo para sistemas solares prefabricados).



#### 4.2.3. Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de ACS, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente no suponga ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

#### 4.2.4. Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60° C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60° C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

#### 4.2.5. Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas.

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

#### 4.2.6. Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.

La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador, por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.

En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.



#### 4.2.7. Prevención de la legionelosis

Se deberá cumplir el Real Decreto 909/2001, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50° C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70° C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

## 5. CONDICIONES DE MONTAJE

### 5.1. GENERALIDADES

El montaje de la instalación y de los elementos deberá realizarse por una empresa instaladora, que debe estar registrada como tal y poseer el certificado correspondiente.

El montaje de la instalación se debe realizar con medios y procedimientos que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Además el montaje de la instalación se debe realizar acuerdo con el RITE, a través de Instrucción Técnica 2: Montaje.

La empresa instaladora se compromete a seguir estrictamente lo expuesto en los Documentos de este Proyecto. Si es necesario realizar alguna modificación se deberá solicitar permiso al director de la obra, así como la sustitución de un elemento por otro.

La empresa instaladora deberá almacenar los materiales necesarios en un lugar previamente establecido. Estos materiales se deberán recibir de fábrica correctamente embalados para protegerlos de golpes, elementos climatológicos y transporte. Los componentes pesados o voluminosos se deberán manipular con medios que garanticen la seguridad y el buen trato del elemento.

En la parte exterior de los embalajes deben colocarse etiquetas que indiquen el contenido del bulto.

Al recibirse los materiales y elementos se deberá comprobar que son los que se especifican en el proyecto.



Los materiales y elementos que se encuentren a pie de obra deberán protegerse de posibles golpes, humedades y de la oxidación. Para evitar la oxidación, se debe aplicar a los materiales antioxidantes que deberán ser limpiados cuando se proceda a su montaje en la instalación.

La realización de la obra deberá cumplir con la exigencia vigente sobre ruidos.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser colocados en lugares visibles y de fácil acceso.

## **5.2. TUBERIAS Y VÁLVULAS**

Antes de instalar las tuberías se debe comprobar que estas están en perfecto estado, no pueden estar rotas, dobladas, aplastadas o que presenten oxidación.

Las tuberías deberán almacenarse en lugares que las protejan de las inclemencias del tiempo, y en su manipulación deberá evitarse roces o arrastramientos, ya que pueden dañar su resistencia.

La instalación de las tuberías se debe efectuar de forma ordenada, disponiéndolas siempre que sea posible en paralelo a tres ejes perpendiculares entre sí, y paralelos a los elementos constructivos del edificio.

Se deberá dejar un espacio suficiente entre la tubería y cualquier otro elemento que permita una correcta manipulación y mantenimiento de la tubería y los diferentes accesorios como válvulas o purgadores. Esta separación no será inferior a 5 cm.

Las válvulas deberán estar correctamente acopladas a las tuberías, de tal manera que la manipulación de estas no interfiera con el aislante de las tuberías.

Los cambios de sentido se utilizarán piezas especiales como té, codos o curvas que irán roscadas o soldadas a la tubería. Cuando se realicen curvas en las tuberías la sección transversal no podrá reducirse ni deformarse.

Las conexiones de los elementos a las tuberías se realizarán de forma que no se transmite ningún esfuerzo mecánico entre la tubería y el elemento, debidos al peso propio o las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables para facilitar el acceso al elemento en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y regulación, instrumentos de medida y



control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Las uniones de tubería de polibutileno se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. Los extremos de las tuberías de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar la unión se repasarán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos y cualquier otra impureza que pudiera haber depositado en el interior o exterior, utilizando para ello los productos recomendados por el fabricante. La limpieza de la superficie de las tuberías debe realizarse de forma esmerada ya que, al ser de polibutileno, de ella depende la estanqueidad de la unión.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. En particular no se permite el aprovechamiento de recorte de tuberías entamos rectos.

Las tuberías no han de forzarse para que los extremos de dos tuberías coincidan para su unión, sino que han de ser cortadas con la debida exactitud. No deberán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atravesase muros forjados u otros elementos estructurales,

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Los tramos horizontales se montarán siempre con una pendiente ascendente en el sentido de circulación o hacia el purgador más cercano del 1% en el caso del circuito primario solar y de 0,2% para el resto. Esta medida evitará la formación de bolsas de aire.

Se instalarán purgadores automáticos en el circuito de consumo de A.C.S., y en el circuito de calefacción.

Los purgadores deben ser accesibles y la salida de la mezcla aire-agua debe conducirse de forma que la descarga sea visible.





### **5.3. GRUPO TÉRMICO**

La caldera del grupo térmico estará colocada, en su posición definitiva, sobre una superficie incombustible y que no altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberá ir colocada directamente sobre la tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Tendrá los orificios necesarios para poder montar, al menos los siguientes elementos:

Hidrómetro

Vaciador de la caldera

Válvula de seguridad o dispositivo de expansión

Termómetro

Termostato de funcionamiento y de seguridad.

El quemador del grupo térmico tiene que estar perfectamente alineado con la caldera, sujeto rígidamente a la misma o a una base soporte.

Serán fácilmente accesibles todas las partes del quemador que requieran limpieza, mantenimiento o ajuste.

### **5.4. CHIMENEA**

La chimenea tendrá un recorrido por el interior del edificio y será totalmente independiente de los elementos estructurales y de cerramiento del edificio, al que irá unida únicamente a través de los soportes, diseñados para permitir la libre dilatación de la chimenea.

El recorrido por el interior del edificio se realizará por un armario herméticamente cerrado hacia los locales y con paredes que tengan resistencia al fuego RF 120 y una atenuación acústica de 40 dB por lo menos.

La chimenea no podrá atravesar elementos cortafuegos del edificio.

Los tramos horizontales de la chimenea tendrán al menos un 3% de inclinación ascendente en el sentido de evacuación de los humos. La unión entre el tramo horizontal y el vertical se hará preferentemente mediante una pieza T con ángulo sobre la horizontal entre 30° y 60° para evitar la formación de turbulencias.

Los cambios de dirección se efectuarán con radios de curvatura iguales o superiores a 1,5 veces el diámetro hidráulico en los tramos verticales y de 1 vez en los tramos horizontales. Se evitarán los cambios de sección.

## **5.5. EMISORES**

Los emisores se montarán en un circuito bitubular. Dispondrán de llaves de corte que permitirán su aislamiento del resto del circuito de calefacción tanto para la interrupción de sus emisiones por parte del usuario como para posibles operaciones de mantenimiento o sustitución.

Se instalarán en la pared fría del habitáculo que deben calentar siempre que sus dimensiones así lo permitan. Si no fuera posible, se instalarán lo más cerca posible a dicha pared fría.

Las distancias mínimas que han de mantener tanto con respecto al suelo como a la pared son las indicadas por el fabricante. Una distancia de 100 mm con respecto al suelo y una separación de 25 mm con respecto a la pared en la que está colocado provocarán un buen flujo.

El emisor permanecerá sensiblemente horizontal apoyado sobre todos sus apoyos. No ejercerá esfuerzo alguno sobre las tuberías.

La instalación del radiador y su unión con la red de tuberías se efectuará de forma que el radiador se pueda purgar bien de aire hacia la red, sin que queden bolsas de aire que eviten el completo llenado del radiador o impidan el buen circulación del agua a través del mismo. En caso contrario cada radiador dispondrá de un purgador automático o manual.

No se instalarán los emisores en nichos y se evitará en lo posible colocar repisas u otros elementos sobre ellos mismos.

## **5.6. INTERACUMULADOR**

El interacumulador se montará sobre estructuras cuya resistencia deberá ser comprobada. Su instalación se hará siguiendo las indicaciones del fabricante. La disposición de los depósitos cilíndricos será vertical para favorecer la estratificación.

El depósito irá alojado en la sala de calderas guardando las distancias mínimas para su fácil acceso. En particular se guardarán con la caldera las distancias mínimas exigidas.

La disposición del depósito cilíndrico será vertical para favorecer la estratificación.

Las conexiones cumplirán con lo siguiente:

La alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior.

La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

## **5.7. CIRCULADORES**

Las bombas en línea se instalaran con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportaran en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse aguas arriba por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. Así mismo, deberán ir montadas válvulas que aislen el manómetro.

Las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará al suelo y no a las paredes.

La bomba y su motor estarán montados con holgura suficiente a su alrededor para una fácil inspección de todas sus partes.

## **6. GARANTÍAS DE CALIDAD Y CONTROL DE RECEPCIÓN EN OBRA.**

La garantía de calidad consistirá en efectuar la comprobación de que los elementos o equipos presentados en obra por la empresa instaladora se ajustan a las características técnicas definidas y asesorar a la dirección facultativa, cuando por parte del instalador se presentan variantes de materiales.

Los controles se realizarán por muestreo, mediante la aceptación o rechazo de lotes según el "plan de control" realizado. Generalmente el control de materiales a utilizar en la instalación se realizará en el inicio de la obra.

Los aparatos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad, que serán las fijadas en el pliego de condiciones técnicas, las fijadas en los reglamentos y normas que les afecten, y finalmente las fijadas por las normas UNE.

De los materiales y equipos que lleguen a obra con certificado de origen industrial nacional, y que acrediten el cumplimiento de la reglamentación que les afecta, se comprobará que sus características se ajustan al contenido del certificado de origen.

Los controles de materiales y aparatos quedarán reflejados en una ficha de recepción que se incluirá en el dossier de documentación. Estas fichas de control se realizarán para cada una de las instalaciones que integran el proyecto. Asimismo de cada una de las asistencias que se realicen se emitirá un informe con indicación de los controles efectuados.

## **7. PROTOCOLO DE PRUEBAS. MONTAJE**

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Los quemadores se ajustarán a las potencias de los generadores, verificando, al mismo tiempo los parámetros de la combustión; se medirán los rendimientos de los conjuntos caldera-quemador.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas.

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Antes de realizar la prueba de estanqueidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua deben ser limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje.

La prueba preliminar de estanqueidad se efectuará a baja presión, para detectar fallos de continuidad en la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidos a las pruebas específicas en la normativa vigente.

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. En el caso de instalaciones con captadores solares se llevará a la temperatura de estancamiento.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no hayan tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión haya funcionado correctamente.

Respecto a las redes de conductos, la limpieza interior se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles, cumpliéndose con las condiciones que prescribe la norma UNE 100012.

Las redes de conductos deben someterse a pruebas de resistencia estructural y estanqueidad. El caudal de fuga admitido se ajustará a lo indicado en el proyecto o memoria técnica, de acuerdo con la clase de estanqueidad elegida.

La estanqueidad de los conductos de evacuación de humos se ensayará según las instrucciones de su fabricante.

Las pruebas finales se realizarán siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales

## **8. CONTROL DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

Para la realización del control de ejecución de la instalación, previamente será necesaria la aceptación de todos los materiales que constituyen las diferentes unidades de obra.

Deberá comprobarse que las distintas fases de realización se ajustan a los procedimientos y especificaciones reflejadas en el proyecto y presupuesto.

Si durante alguna fase de la ejecución de las obras se considera que una parte de las instalaciones no se encuentra en perfecto estado, se ordenará subsanar las deficiencias. Una vez subsanados los defectos o, en su caso más extremo, una vez realizada de nuevo dicha parte, se efectuará una prueba parcial de funcionamiento o de presión y estanquidad, para dar la conformidad necesaria al proceso de ejecución de la obra.

## **9.PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO**

Una vez terminada la instalación, el instalador deberá:

- Verificar el funcionamiento de todos y cada uno de:
- Los equipos terminales.
- La regulación térmica.
- Las maniobras eléctricas.
- Comprobará el caudal de los fluidos por todos los conductos y tuberías.
- Cumplimentará todas las pruebas de presión, combustión y rendimiento energético exigido por la normativa y los distintos organismos oficiales.
- Comprobará que el nivel de ruidos emitido por las instalaciones está dentro de los límites admisibles en función de la reglamentación que le sea de aplicación.



Estas operaciones se deberán efectuar bajo la supervisión de la Dirección de Obra y deberán levantarse actas al respecto.

Además, el instalador deberá suministrar planos con estado definitivo de todas las instalaciones así como:

- Documentación técnica de todos los equipos instalados.
- Certificados de homologación de equipos que sea preceptivo.
- Manual de instrucciones de funcionamiento.
- Manual o instrucciones de mantenimiento.

Las instalaciones deberán quedar totalmente legalizadas ante las Delegaciones del Ministerio de Industria, Administración autonómica y Administración local, para lo que deberá confeccionarse toda aquella documentación, visada por los colegios profesionales o no, según corresponda, que sea necesaria.

## **10. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO**

### **10.1.- GENERALIDADES**

El objeto de este apartado es definir las operaciones que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de los equipos solares. Termicol, t de esta forma contribuir al buen funcionamiento, durabilidad, fiabilidad y disponibilidad de los mismos, aumentando de esta forma el ahorro energético y económico.

En el programa de mantenimiento se definen tres grados de actuación para englobar todas las operaciones necesarias realizar durante la vida útil de la instalación, para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación solar, así como su durabilidad, fiabilidad y disponibilidad.

Se establecen tres grados de actuación y para cada uno de los ellos se establecen los objetivos que se deben conseguir, las acciones a realizar y quien las debe ejecutar.

### **10.2.- VIGILANCIA**

El programa de vigilancia es el definido en el manual de uso y normalmente será llevado a cabo por el usuario. Las operaciones a realizar se enumeran a continuación :

- Captadores : observar si se produce humedad o condensación.



- Acumulador : observa si aparecen fugas en las conexiones.
- Conexiones : observar si hay fugas, si el aislamiento está húmedo o si la pintura que lo cubre está muy deteriorada.
- Estructura : observar si hay corrosión y si los tornillos están bien apretados.

### **10.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de los límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo contempla, al menos una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y al menos una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

El mantenimiento preventivo será realizado por personal técnico cualificado y especializado con conocimientos de la tecnología solar térmica, la instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas.

El mantenimiento preventivo incluye las operaciones y sustitución de material fungible o desgastado por el uso, necesarias para asegurar que la instalación funcione.

### **10.4.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección, en el plan de vigilancia o en el mantenimiento preventivo, de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación solar.

El mantenimiento correctivo será realizado por el personal técnico cualificado y especializado con conocimientos de la tecnología solar térmica. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejan todas las operaciones.

El mantenimiento correctivo incluye la visita a la instalación solar, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación solar, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Si el usuario está de acuerdo con el presupuesto se procederá a la reparación de la instalación solar y el usuario abonará a la empresa mantenedora el precio convenido.





## **11. OBSERVACIONES.**

El Ingeniero no será responsable, ante la Entidad Propietaria, de la demora de los organismos competentes en la tramitación del proyecto ni de la tardanza de su aprobación.

La gestión de la tramitación se considera ajena al Ingeniero.

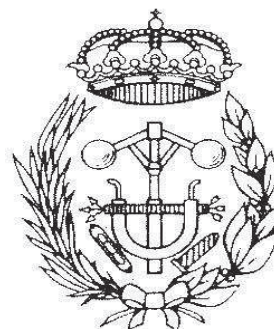
La orden de comienzo de la obra será indicada por el Sr. Propietario, quién responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

Los documentos del Proyecto redactados por el Ingeniero que suscribe, y el conjunto de normas y condiciones que figuran en el presente Pliego de condiciones, y también las que, de acuerdo con éste, sean de aplicación en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", constituyen el Contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales se obligan a dirimir todas las divergencias que hasta su total cumplimiento pudieran surgir, por amigables componedores y preferentemente por el Ingeniero Director de los Trabajos.

---

Mikel Navarro Ortega

Noviembre 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE  
ACS Y CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN  
NAVE INDUSTRIAL

## **DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13



## 5. PRESUPUESTO

<b>5.1 MEDICIONES.....</b>	<b>3</b>
1. INSTALACION SOLAR.....	3
2. INSTALACION A.C.S.....	4
3. INSTALACION CALEFACCION.....	6
4. ELEMENTOS SALA DE MAQUINAS.....	9
5. RED DE DISTRIBUCION.....	11
6. VARIOS FIN DE OBRA.....	17
 <b>5.2 PRESUPUESTO EJECUCIÓN.....</b>	 <b>18</b>



## 5.1 MEDICION

### 1.INSTALACION SOLAR

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Colector solar. Suministro e instalación de captadores solares planos modelo Vitosol 100 w 2,5 de VIESSMANN	1	Ud.	475	475,00
Estructura para 1 captador. Suministro e instalación de 1 estructura para 1 captador solar para la colocación sobre la cubierta	1	Ud.	450	450,00
Válvula de seguridad. Suministro y colocación de las correspondientes válvulas de seguridad del circuito para 6 bares de presión	1	Ud.	275	275,00
Líquido caloportador. Suministro y colocación del líquido caloportador. 20 litros	1	Ud.	70	70,00
Bomba GRUNFOS UPS Solar 25-120 180 Bomba de rotor seco.	2	Ud.	342	684
Vaso de expansion modelo 8SMF de la marca SALVADOR ESCODA. 8 litros de capacidad con na presion maxima de hasta 10 bar. Conexión 3/4"	1	Ud.	37,51	37,51
Ud. de purga en puntos. Formado por valvula de esfera de 3/8", pote de recogida de aire y parte proporcional de colector de purgas y conducción a desagüe.	1	Ud.	50,64	50,64
Tubo de cobre. Suministro e instalación de tubería de cobre según UNE_EN 1057	30	Ud.	2,31	69,30
Aislamiento 40 mm. Aislante para tubería de cobre. Realizada en espuma de caucho de célula cerrada. T máxima de 120 °C	30	Ud.	12,37	371,10
<b>Total</b>	<b>2482,55</b>			



## 2.INSTALACION A.C.S.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Interacumulador ACS	1	Ud.	1579	1579,00
Ud. de deposito interacumulador de agua caliente sanitaria, con serpentín en acero inoxidable para la producción de ACS, construido en acero inoxidable, marca EUCLISA, modelo LOGALUX SM400 de 390 litros de capacidad, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas				
Vaso Expansión SEDICAL S12	1	Ud.	52,4	52,40
Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana de 12 litros de capacidad, marca SEDICAL, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.				
Bomba SEDICAL SP 30/8 T-B	2	Ud.	487	974,00
Ud. de bomba simple para calefacción y climatización de rotor seco tipo simple, con motor trifásico, marca SEDICAL mod. SP 30/8 T-B, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL SEG T/6 SV68M PNEUMATEX 1 1/2" 6 bar	1	Ud.	275	275,00
Ud. de valvula de seguridad tarada a 6 Kg/cm2 marca PNEUMATEX mod. SV 68 M 1 1/2", incluso conducción a desagüe según normativa, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.				



VAL ESF BRONCE 10 ATM 12,4mm	1	Ud.	13,35	13,35
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 12,4 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL ESF BRONCE 10 ATM 15,4mm	1	Ud.	16,55	16,55
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 15,4 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL ESF BRONCE 10 ATM 31 mm	1	Ud.	27,31	27,31
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 31 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL ESF BRONCE 10 ATM 35,2mm	1	Ud.	30,25	30,25
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 35,2 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL ESF BRONCE 10 ATM 44 mm	1	Ud.	37,4	37,4
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de laton cromoduro y asiento de teflon PN10 de 44 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
<b>Total</b>	<b>3005,26</b>			



### 3.INSTALACION CALEFACCION

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
SISTEMA DE LLENADO SEDICAL	1	Ud.	764,10	764,1
Ud. de sistema de llenado con electroválvula y llaves marca SEDICAL modelo FILLSET con contador de agua de impulsos, totalmente colocado, incluso llaves de corte y retención, filtro, manómetro, accesorios y pequeño material, y mano de obra de montaje y pruebas.				
Bomba SEDICAL SP 30/7B	2	Ud.	461,00	922
Ud. de bomba simple para acs, de rotor seco tipo SIMPLE, con motor trifásico, marca SEDICAL mod.SP 30/7B, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
PUNTO DE VACIADO DE RED DE 3/4"	2	Ud.	147,95	295,9
Ud. de punto de vaciado formado por llave de esfera de 3/4" y tubería de polibutileno PB25 de 22 mm, para conducirlo a desagüe, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
VAL SEG T/6 SV68M PNEUMATEX 1 1/2" 6bar	1	Ud.	275,00	275
Ud. de válvula de seguridad tarada a 6 Kg/cm2 marca PNEUMATEX mod. SV 68 M 1 1/2", incluso conducción a desagüe según normativa, incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, y mano de obra de montaje y pruebas.				
Termostato Digital Programable COATI AF126220	23	Ud.	15,95	366,85
Para sistema de calefacción o aire acondicionado 16 Programas, 8 Configurables por el usuario 2 Niveles de Temperatura. Modos De Funcionamiento: Programado y Manual Frio/Calor/Apagado Modo Vacaciones				



PURGA PUNTOS ALTOS RED	2	Ud.	50,64	101,28
Ud. de purga en puntos altos de red, formado por valvula de esfera de 3/8", tubería de polibutileno PB15 de 12,4 mm, pote de recogida de aire y parte proporcional de colector de purgas y conducción a desagüe.				
VAL ESF BRONCE 10 ATM 7,4 mm	46	Ud.	10,40	478,4
Ud. de valvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 7,4 mm, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
RAD XIAN 600 N / 3 elem	1	Ud.	25,41	25,41
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 4 elem	6	Ud.	33,88	203,28
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 6elem	5	Ud.	52,50	262,5
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 7 elem	1	Ud.	59,29	59,29
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 8elem	2	Ud.	67,76	135,52
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				





RAD XIAN 600 N / 9elem	2	Ud.	76,23	152,46
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 10elem	1	Ud.	87,40	87,4
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 11elem	2	Ud.	93,17	186,34
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 N. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
RAD XIAN 600 N / 16elem	2	Ud.	135,52	271,04
Radiador de aluminio de 581 mm de altura de la marca FERROLI modelo XIAN 600 NC. Incluso lacado, soportes necesarios y accesorios diversos				
DETENTOR 3/8" FERROLI	23	Ud.	5,12	117,76
Detentor, escuadra 3/8" marca FERROLI completamente colocado.				
<b>Total</b>	<b>4704,53</b>			



#### 4.ELEMENTOS SALA DE MAQUINAS

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Caldera FAGOR ATILA 40 N	1	Ud.	2605,05	2605,05
Ud. De caldera, marca FAGOR modelo ATILA 40 N, para una potencia útil máxima de 40 kW, con quemador integrado, muy bajo nivel sonoro, con control integrado para funcionamiento con descenso de temperatura en función de temperatura exterior mediante control centralizado externo al de caldera, bomba recirculadora integrada para control de caudal de circuitos de caldera, incluido montaje, conexionado hidráulico y eléctrico, accesorios, pequeño material, medios auxiliares, mano de obra y puesta en marcha por servicio técnico oficial				
Soportes antivibratorios	1	Ud.	846,54	846,54
Ud. de juego de amortiguadores de vibraciones totalmente metálico, marca Antivibratic mod. BF-900-B2, para un mínimo de 180 Kg. y un máximo de 500 Kg., y una frecuencia de resonancia de 4 a 7 Hz, totalmente colocados				
SEÑALIZACIÓN CIRCUITOS Y ESQ HID	1	Ud.	450	450
Ud. de señalización de circuitos según lo dispuesto en la revisión vigente de norma UNE100100, totalmente terminado y revisado, incluso suministro de ficha código de colores de las diferentes conducciones y esquema de principio de la instalación correspondiente, para todas las salas de máquinas existentes.				



INSTALACION ELECTRICA	1	Ud.	5900	5900
Ud. de instalación eléctrica completa de sala de calderas compuesta por:- Conexionado desde los elementos de campo, sondas, válvulas, bombas, quemadores, etc. y señales de alarma y gestión, hasta el bornero del cuadro de control. Todo conectado a través de tubo de acero roscado, puntos de registro y todo lo necesario. Armario de control con elementos de potencia y maniobra para la ejecución de la regulación y el control de la planta.				
intercambiador de calor modelo IP 25 de la marca FAGOR	1	Ud.	445	445
Intercambiador de 24 placas de material AISI 316 y una superficie de 0,6 m2. contiene 0,5 litros de volumen y 4,32 kg. Dimensiones 112x111x310				
Valvula de retencion de disco marca SALVADOR ESCODA	2	Ud.	10,45	20,9
Valvula de retencion EURO fuerte de salvador escoda. Hecha de latón y acero AISI 360. Temperatura maxima de funcionamiento 90 °C				
VAL MOT 3V 31,6 mm	2		99,98	199,96
Ud. de valvula de tres vias motorizada con actuador, incluso racores, accesorios, pequeño material y mano de obra de montaje y pruebas.				
REJ + MALLA AWG 385x330 TROX	1	Ud.	75,26	75,26
Rejilla de toma de aire exterior construida en aluminio, con malla metálica posterior, incluso marco de montaje, marca TROX mod. AWG de 385 x 330				
Calorimeto WMZ marca Resol	1	Ud.	240	240
Calorimetro WMZ marca RESOL. Incluyen 2 sondas de temperatura Pt1000 (2 x FRP45) y un caudalímetro V40-0,6				
<b>Total</b>	<b>10782,71</b>			



## 5. RED DE DISTRIBUCION

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tubería PB 10 UNE 53415 S10	76,1	m.	1,45	110,345
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 7,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 12 UNE 53415 S10	48,05	m.	1,55	74,4775
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s12, de Diámetro Nominal 794 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 15 UNE 53415 S10	142,7	m.	1,63	232,601
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 12,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 18 UNE 53415 S10	252,08	m.	1,98	499,1184
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 15,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				



Tubería PB 20 UNE 53415 S10	37,8	m.	2,35	88,83
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 18,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 22 UNE 53415 S10	121,78	m.	2,76	336,1128
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 19,4 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 25 UNE 53415 S10	119,88	m.	3,74	448,3512
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 22 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 35 UNE 53415 S10	2,7	m.	5,27	14,229
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 31,6 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				



Tubería PB 40UNE 53415 S10	16,4	m.	6,75	110,7
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 35,2 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
Tubería PB 50 UNE 53415 S10	2	m.	8,35	16,7
M.I. aproximados de tubería de Polibutileno según UNE 53415 s10, de Diámetro Nominal 44 mm, para distribución de calefacción, incluso p/p de soportes y elementos de sujeción, perdidas por remates y p/p de codos, Tes y accesorios de unión necesarios entre tramos y mano de obra de colocación y pruebas.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB10	76,1	m.	2,85	216,885
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB12	48,05	m.	2,98	143,189
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				



COQ F KFLEX TUB e=25 PB15	142,7	m.	3,23	460,921
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB18	252,08	m.	3,43	864,6344
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB20	37,8	m.	3,58	135,324
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB22	121,78	m.	3,72	453,0216
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				



COQ F KFLEX TUB e=25 PB25	119,88	m.	3,85	461,538
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB35	2,7	m.	4,08	11,016
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB40	16,4	m.	4,33	71,012
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				
COQ F KFLEX TUB e=25 PB50	2	m.	5,22	10,44
M. L. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 25 mm de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, y calorifugado adicional en encuentro en tuberías de calefacción con elementos singulares (válvulas, dilatadores, maquinaria diversa), totalmente colocado.				





D.P.MASTER ø150 MOD.REC.1000 NEG.	8,5	m.	313,78	2667,13
Ud. de Modulo recto 1000mm, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.				
D.P.MASTER ø150 COD90 NEG.	3	Ud.	251,92	755,76
Ud. de Codo 90°, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas				
D.P.MASTER ø150 ABRA.FIJ.P. NEG.	2	Ud.	282,85	565,7
Ud. de Abrazadera fijación pared regulable, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.				
D.P.MASTER ø150 MOD.ALLU. NEG.	1	Ud.	468,44	468,44
Ud. de Modulo final deflector antilluvia, marca NEGARRA, tipo inox-inox. MD MASTER (Doble Pared) de ø150 mm de diametro, incluso abrazaderas, accesorios, soportes, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.				
<b>Total</b>	<b>9216,4759</b>			



## 6.VARIOS FIN DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	UDS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS	1	uD.	850	850
Ud. de puesta en marcha de instalacion de calefacción y A.C.S, incluyendo: -Llenado de la instalación con fluido compatible con los materiales de la instalación y uso. -Prueba de funcionamiento de calderas. -Prueba de funcionamiento de suministro de combustible. -Prueba de funcionamiento de A.C.S. -Prueba de funcionamiento termostatos y valvulas mezcladoras. -Pruebas redes de distribución. Documentación de todas las pruebas realizadas, según RITE 2007.				
<b>Total</b>	<b>850</b>			



## 5.2 PRESUPUESTO EJECUCION

TOTAL CAPITULO 1.....	2.482,55 €
TOTAL CAPITULO 2.....	3.005,26 €
TOTAL CAPITULO 3.....	4.704,53 €
TOTAL CAPITULO 4.....	10.782,71€
TOTAL CAPITULO 5.....	9.216,48€
TOTAL CAPITULO 6.....	850,00 €

---

**PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL.....31.041,53 €**  
(gastos generales y beneficio industrial incluido)

---

I.V.A (21%).....6.518,72 €

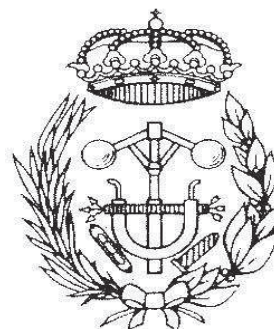
---

**TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN.....37,560,25 €**

El total del presupuesto asciende a la cantidad de TREINTA Y SIETE MIL  
QUINIENTOS SESENTA CON VEINTICINCO CENTIMOS.

---

Mikel Navarro Ortega  
Noviembre 2013



## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E INSTALACIÓN DE ACS Y  
CALEFACCIÓN DE OFICINAS Y VESTUARIOS EN NAVE  
INDUSTRIAL

### DOCUMENTO 6: BIBLIOGRAFÍA

Mikel Navarro Ortega

Jorge Odériz Ezcurra

Pamplona, 08/11/13

## **6.1 INTRODUCCION**

Durante la realización del proyecto de “Distribución en planta e instalación de ACS y calefacción de oficinas y vestuarios en nave industrial”, ha sido necesaria la consulta y recopilación de información de diferentes documentos.

## **6.2. NORMATIVA**

- Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Documentos Básicos (DB):
  - Documento Básico – HE1 – Limitación de demanda energética.
  - Documento Básico – HE2 – Rendimiento de las instalaciones térmicas.
  - Documento Básico – HE4 – Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
  - Documento Básico HS Salubridad en sus apartados HS3 Calidad del aire interior, HS4 Suministro de Agua.
- Reglamento de Instrucciones Técnicas de la Edificación (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT, destacan:
  - Real Decreto 1.027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).
  - Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio. BOE: 28 de Febrero de 2008.
  - Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE: 18 de Julio de 2003.
  - IT 1.1.4.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente.
  - IT 1.1.4.3 Exigencia de Higiene
- UNE 60601: Instalación de calderas a gas para calefacción y agua caliente sanitaria de consumo calorífico superior a 70 kW.
- UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías.



## 6.2. LIBROS, MANUALES Y APUNTES

- GUÍA PRÁCTICA INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA. IDEA
- MANUAL TÉCNICO POLIBUTILENO. Terrain
- INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. Marti Rosas i Casals. Editorial UOC
- MANUAL DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE. Franco Martín Sánchez. AMV Ediciones.
- MECÁNICA DE LOS FLUIDOS. Victor L. Streeter.
- MANUAL DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE. Franco Martín Sánchez. AMV Ediciones, Ediciones Mundi-Prensa.
- INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. Marti Rosas i Casals. Editorial UOC.
- CURSO DE INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN. Pedro Maria Rubio Requena, Jose Tovar Larrucea y Francisco Martinez Alcalá.
- Apuntes de la asignatura de Ingeniería Térmica, 2º I.T.I. (m).
- Apuntes de la asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.T.I. (m).

## 6.3. CATÁLOGOS

- Calderas FAGOR
- Chimeneas modulares metálicas, NEGARRA
- Catálogo SEDICAL
- Depósitos LACESA
- SALVADOR ESCODA
- Válvulas de seguridad PNEUMATEX
- Captadores solares VIESSMANN
- Radiadores FERROLI
- Ventanas ALUCAN



#### **6.4 PAGINAS WEB:**

- [www.google.es](http://www.google.es)
- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- [www.idae.es](http://www.idae.es)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.sedical.com](http://www.sedical.com)
- [www.wagner-solar.com](http://www.wagner-solar.com)
- [www.construmatica.com](http://www.construmatica.com)
- [www.soloarquitectura.com](http://www.soloarquitectura.com)
- [www.clearenergysolar.com](http://www.clearenergysolar.com)

---

Mikel Navarro Ortega

Noviembre 2013